



**Analyse de l'activité de glaciéristes dans une perspective
de conception de matériel de progression pour l'escalade
et la montagne : contribution à l'élaboration d'un
programme de recherche technologique en ergonomie du
sport**

Clément Pouponneau

► To cite this version:

Clément Pouponneau. Analyse de l'activité de glaciéristes dans une perspective de conception de matériel de progression pour l'escalade et la montagne : contribution à l'élaboration d'un programme de recherche technologique en ergonomie du sport. Éducation. Université de Bourgogne, 2015. Français. <NNT : 2015DIJOL011>. <tel-01338872>

HAL Id: tel-01338872

<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01338872>

Submitted on 29 Jun 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITE DE BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ

UFR STAPS

THÈSE

Pour obtenir le grade de

Docteur de l'Université de Bourgogne Franche-Comté

En Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives

Présentée et soutenue publiquement par

POUPONNEAU Clément

Analyse de l'activité de glaciéristes dans une perspective de
conception de matériel de progression pour l'escalade et la
montagne :
contribution à l'élaboration d'un programme de recherche
technologique en ergonomie du sport.

Directeurs de thèse

LACASSAGNE Marie-Françoise

POIZAT Germain

SEIFERT Ludovic

Composition du Jury

THOUVARECQ Régis, Professeur des Universités, Université de Rouen (Président)

GAL-PETITFAUX Nathalie, Maître de Conférences HDR, Université Blaise Pascal (Rapporteur)

HAUW Denis, Professeur Associé, Université de Lausanne (Rapporteur)

LACASSAGNE Marie-Françoise, Professeur des Universités, Université Bourgogne Franche-Comté (Directeur)

SEIFERT Ludovic, Maître de Conférences HDR, Université de Rouen (Codirecteur)

POIZAT Germain, Maître d'Enseignement et de Recherche, Université de Genève (Codirecteur)

BONNET Guillaume, Responsable Technique Projet, Entreprise Petzl

SALEMBIER Pascal, Professeur des Universités, Université de Technologie de Troyes

UNIVERSITE DE BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ
UFR STAPS

THÈSE

Pour obtenir le grade de
Docteur de l'Université de Bourgogne Franche-Comté
En Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives

Présentée et soutenue publiquement par

POUPONNEAU Clément

Le 7 octobre 2015

Analyse de l'activité de glaciéristes dans une perspective de
conception de matériel de progression pour l'escalade et la
montagne :
contribution à l'élaboration d'un programme de recherche
technologique en ergonomie du sport.

Directeurs de thèse

LACASSAGNE Marie-Françoise
POIZAT Germain
SEIFERT Ludovic



« La technique demeure le point aveugle des sciences cognitives : ce qui sert à connaître n'est justement pas, de manière générale, ce qui est connu et étudié. » Lenay (2002, p. 106)

Remerciements

En premier lieu je tiens à remercier la professeure Marie-Françoise Lacassagne pour ses conseils altruistes dans son travail de direction. Je remercie également mes codirecteurs ; Germain Poizat, pour ses patientes relectures et son regard avisé dans la construction de ce travail ; Ludovic Seifert, pour son « savoir transmettre » la montagne et pour les perspectives plurielles qu'il m'a invité à développer. Auxdits, je tiens à exprimer publiquement ma reconnaissance pour tant de ferme générosité. Il en est de même pour les membres du jury ; mes rapporteurs, Nathalie Gal-Petitfaux et Denis Hauw ; le président du jury, Régis Thouvarecq ; le représentant de l'entreprise PETZL®, Guillaume Bonnet ; le professeur, Pascal Salembier ; auxquels j'adresse ma gratitude en réponse à leurs expertises et à l'honneur qu'ils me font en constituant le jury de cette thèse.

Je remercie ensuite Antoine Marsac pour les encouragements répétés qu'il m'a prodigués et pour la sympathie agissante dont il a fait preuve. J'exprime également ma chaleureuse affection à tous les membres du laboratoire d'accueil qui m'ont aidé dans les moments de réflexion, tout en rendant mon travail plus riche. Sans eux, cette expérience n'aurait pas été si passionnée.

Enfin, je souhaite rendre hommage à mes parents et mes proches pour leur soutien sans faille. Quant à Amandine, pour la croyance en ce projet de vie qu'elle a su manifester au quotidien à mes côtés, pour sa patience et pour avoir été mon plus sûr soutien, je tiens à l'en féliciter chaleureusement.

Grâce à tous, la rédaction de ce travail de doctorat fut une somme d'expériences collaboratives et singulières qu'il m'est agréable de rappeler.

Table des matières

PREMIERE PARTIE : CADRE GENERAL DES RECHERCHES	1
I. INTRODUCTION	2
1. ÉPIGRAPHE	2
2. PREAMBULE	3
3. UNE RECHERCHE DANS LE CADRE DU DISPOSITIF JEUNE CHERCHEUR ENTREPRENEUR	4
Co-définition des objets de recherche	5
Organisation de la thèse	6
II. CASCADES DE GLACE ET OUTILS DE PROGRESSION	7
1. L'ÉMERGENCE DE L'ASCENSION SUR GLACE	8
Évolution des techniques et du milieu de pratique	10
Essence technique à l'origine d'une lignée	11
Processus de concrétisation du piolet de cascade de glace	14
Processus de concrétisation du piolet de dry-tooling	23
III. VERS UNE APPROCHE CENTREE SUR L'EXPERIENCE	25
1. ERGONOMIE ET CONCEPTION	25
Rapport de l'ergonomie à l'activité	25
Intérêt d'une analyse de l'activité préalable à la conception	26
Dépasser le paradoxe de la conception	26
Caractéristiques de la prise en compte de l'activité des acteurs	27
2. LES MODELES DE CONCEPTION EN ERGONOMIE	28
Quel modèle de conception adopter ?	28
Prise en compte de l'utilisateur	29
Évolution des études sur les objets sportifs	30
Prise en compte de l'expérience des utilisateurs	33
L'expérience comme objet d'analyse	33
L'expérience utilisateur en sport	34
L'ergonomie comme technologie	35
Les démarches de conception	35
IV. LE PROGRAMME DE RECHERCHE EMPIRIQUE DU COURS D'ACTION	37
1. LA NOTION DE PROGRAMME DE RECHERCHE	37
Contexte épistémologique	37
Présentation des programmes de recherche de Lakatos	39
2. L'ANTHROPOLOGIE COGNITIVE SITUEE COMME PROGRAMME DE RECHERCHE EMPIRIQUE	40
Hypothèses ontologiques sur l'activité humaine	41
L'énaction	41
Le couplage structurel	42
L'autonomie du système	43
La conscience pré-réflexive	44
Objets théoriques pour l'étude de l'activité	45
Hypothèses de connaissance et observatoire de l'objet « cours d'expérience »	47
Le recueil des traces de l'expérience	47
L'autoconfrontation comme composante de la recherche	48
Cadre sémiologique : notions de signe hexadique et de structures significatives	50
Structures significatives	51
3. VALIDITE ET LIEN ORGANIQUE ENTRE LE PROGRAMME DE RECHERCHE EMPIRIQUE ET LE PROGRAMME DE RECHERCHE TECHNOLOGIQUE	54
V. UN PROGRAMME DE RECHERCHE TECHNOLOGIQUE EN ERGONOMIE DU SPORT	56
1. ABORDER LA TEKHNE	57

Les déterminants techniques de la pratique	58
Penser la technique	58
Lien de causalité entre conception et pratique.....	59
Le rôle des concepteurs.....	60
Co-constitutivité du matériel et de la pratique.....	61
La conception anthropologique de la technique.....	62
Le pouvoir constituant de la technique	63
2. CONCRETISATION D'HYPOTHESES EMPIRIQUES ET TECHNOLOGIQUES NON TRIVIALES	64
Le principe de conception de situations.....	66
La situation d'aide	66
3. HYPOTHESES ET OBJECTIFS GENERAUX	69
DEUXIEME PARTIE : ÉTUDES EMPIRIQUES ET TECHNOLOGIQUES	71
I. ÉTUDE 1 : EVALUATION DE L'UTILISATION	72
1. ÉQUIPEMENT, EVALUATION ET CONCEPTION	72
Expérience utilisateur et nouvelle utilisabilité.....	73
Choix de l'objet théorique	75
Objectif et hypothèses	76
2. METHODE	76
Participants	76
Procédure.....	77
Recueil des données	79
Traitement des données	80
Construction des chroniques des ascensions.....	80
Reconstruction du cours d'expérience	81
Identification des préoccupations, actions et focalisations types	82
Agencement temporel des préoccupations typiques	83
3. RESULTATS	84
Description des préoccupations-types des grimpeurs débutants.....	84
Des modalités d'utilisation indexées aux caractéristiques physiques des piolets	86
Modalités indexées au piolet 1	86
Modalités indexées au piolet 2.....	87
Modalités indexées au piolet 3.....	87
4. DISCUSSION	90
5. CONCLUSION.....	92
Orienter la conception vers l'appropriation.....	92
II. ÉTUDE 2 : SAISIE DU PROCESSUS D'APPROPRIATION	94
1. INTERET D'UNE CONCEPTION POUR L'APPROPRIATION.....	94
Limites de l'approche User-Experience	94
Liens entre l'étude de l'expérience et l'appropriation	95
Élargissement du champ temporel de l'évaluation	95
2. DEFINITION DE L'OBJET THEORIQUE	96
Appropriation et culture matérielle.....	96
Appropriation et perception.....	99
Psychologie écologique et éaction	100
Appropriation et constitutivité de l'objet.....	101
Définition du modèle d'appropriation adopté.....	102
Appropriation et individuation.....	103
Appropriation et détournements	103
Appropriation et transparence.....	104
Documenter l'appropriation	105
Objectifs et hypothèses.....	106
3. METHODE	107

Le cours de vie relatif à une pratique comme objet théorique	109
Nouvelles hypothèses de substance	109
Le cours de vie relatif à une pratique	110
4. RECUEIL POUR DOCUMENTER LA DISCONTINUITÉ DE L'EXPERIENCE	110
L'enregistrement vidéo.....	111
L'entretien ethnographique.....	112
Le journal de bord	112
La participation active des acteurs.....	115
Participants	116
Protocole de recherche	116
Premier jour	117
Deuxième et troisième jours	117
Quatrième jour	118
Cinquième et sixième jours.....	118
Traitement des données	119
Données issues des entretiens	120
Identification des ouverts et savoirs	120
Données ethnographiques	121
Identification de l'inscription dans la culture propre	121
Reconstruction du cours de vie	121
5. RESULTATS	122
L'adoption	122
Identification des ouverts.....	122
Dynamique des ouverts et des savoirs (in-dividuation)	124
Opacité/transparence en fonction des piolets (in-corporation)	128
Mise à jour des savoirs symboliques (in-culturation)	130
L'expression des savoirs symboliques.....	130
Expression des gestes symboliques	132
Confrontation des formes de savoirs symboliques	133
6. DISCUSSION	135
In-culturation	135
In-dividuation	135
In-corporation	136
Relation entre monde, corps et culture propres	137
7. CONCLUSION.....	138
Critère pour la conception	140
Intérêt pour la conception	140
III. ÉTUDE 3 : ANALYSE MULTI-NIVEAUX DE L'ACTIVITÉ DE FRAPPE.....	142
1. ENRICHIR L'EXPERIENTIEL	142
Le besoin d'un nouvel objet théorique	143
Mobilisation des hypothèses de substances	144
Pertinence de l'objet théorique	145
Pertinence pour renseigner la transparence.....	147
L'analyse de la frappe pour la conception	148
Objet de l'étude	149
Objectifs et hypothèses	150
2. METHODES.....	151
Participants	151
Phase de frappe.....	151
Recueil de données	153
Recueil de données cinématiques	153
Recueil de données musculaires	155

Recueil de données expérimentielles	155
Traitement des données	157
Traitement des données cinématiques et électromyographiques	157
Données cinématiques.....	157
Données EMG.....	157
Traitement des données expérimentielles	158
Traitement des verbatims descriptifs	159
Traitement des verbatims explicatifs	159
Articulations des données	160
3. RESULTATS	161
Analyse locale des préoccupations au cours des frappes	161
Les préoccupations-types des grimpeurs	161
Dynamiques des préoccupations-types des grimpeurs.....	164
Les préoccupations-types comme composantes du cours d'in-formation	167
L'effet « piolet » dans la réalisation de la frappe	170
L'effet piolet de goulotte	171
L'effet piolet de dry-tooling	172
L'effet piolet de cascade.....	174
4. DISCUSSION	176
5. CONCLUSION.....	179
Perspective de la reconstruction du cours d'in-formation	179
L'enrichissement mutuel des données	181
TROISIEME PARTIE : ESSAI D'UNE CONTRIBUTION A LA CONCEPTION	182
I. DISCUSSION GENERALE ET APPORTS A LA CONCEPTION	183
1. APPORTS A LA CONCEPTION	185
La prise en compte de l'expérience	185
Le cours d'in-formation	186
2. INTERETS POUR LA CONCEPTION	187
L'analyse de l'appropriation.....	187
Définition et concrétisation d'un nouvel observatoire	188
II. INDICES ET CRITERES USUELS POUR LA CONCEPTION.....	190
1. CONSIDERER L'OBJET TECHNIQUE.....	191
2. ANTICIPER LES DETOURNEMENTS	194
3. TRANSFORMER LES LOGIQUES DE CONCEPTION.....	197
BIBLIOGRAPHIE, INDEX ET ANNEXES	199
I. BIBLIOGRAPHIE.....	200
II. INDEX DES TABLEAUX.....	222
III. INDEX DES FIGURES	223
IV. ANNEXES.....	225
1. ANNEXE 1	225

Première partie :

Cadre général des recherches

I. Introduction

1. Épigraphe

Le dimanche 30 décembre se lève avec un ciel radieux. Les deux alpinistes ont déjà une longue journée d'approche derrière eux. Un hélicoptère de la Protection civile vient saluer les alpinistes au pied du couloir et leur apporter un brin de réconfort moral. Ils raconteront ensuite : « *De longues minutes, après son départ, nous sont nécessaires pour retrouver les réalités de notre situation et récupérer notre volonté d'atteindre notre but. [...] Le couloir est là, sa glace est sous nos crampons, et le déversoir se perd dans le vide à quelques mètres en aval. [...] Il ne reste plus que ces 250 mètres de glace sombre si souvent analysés depuis l'aiguille des Grands Montets. D'abord assez rectiligne et large, le couloir s'étrangle ensuite entre les parois rocheuses, se tord et se redresse en un "S" dont la raideur, au centre de symétrie, nous fait quand même envisager une séance d'artificielle. Une nouvelle technique, assortie de nouveaux matériels nous permet de progresser avec un maximum de sécurité : cramponnage pointes et "piolet-traction" sur le manche grâce à l'emploi d'un marteau à glace ou d'un deuxième piolet spécialement conçu pour cette technique.* »¹

¹ Extrait de la chronique alpine de Annen Dévies dans la revue *La montagne et Alpinisme* n°91 de 1973, relatant la première ascension du couloir nord-est des Drus par les guides Claude Jager et Walter Cecchinel.

2. Préambule

Cette thèse a notamment été possible grâce au soutien de trois partenaires.

Premièrement l'Union européenne via le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER) dans le cadre de l'opération n° 34324 du Plan d'Actions Régional pour l'Innovation (PARI) Action 8, Jeunes Chercheurs Entrepreneurs, mis en place chaque année par la Région Bourgogne sur appel à candidature. Ce dispositif a pour objectif d'inciter les jeunes chercheurs à s'insérer dans l'entreprise, à développer des projets innovants et/ou à créer une entreprise. Ces allocations font l'objet d'un concours organisé par les Ecoles Doctorales de l'Université de Bourgogne Franche-Comté. Les doctorants s'engagent à suivre en parallèle de leur cursus doctoral une formation au management de l'innovation dans le cadre du Master Management et Administration des Entreprises (MAE) au sein de l'Institut d'Administration des Entreprises (IAE) de Dijon ainsi qu'une formation diplômante au sein du Business Innovation Center et Incubateur Régional d'Entreprises Technologiques Innovantes, PREMICE.

Deuxièmement, l'entreprise française Petzl®, spécialisée dans le matériel de sécurité et de progression pour l'escalade et la montagne, ainsi que pour les professionnels du travail en hauteur et du secours. En tant que concepteur et commercialisateur de piolets pour les pratiques sportives telles que l'alpinisme ou l'escalade, la société Petzl® a soutenu la réflexion de ce travail doctoral notamment par la mise à disposition d'une gamme de piolets pour nos études et par un échange avec leur service recherche et développement.

Troisièmement, le Ministère de la Ville, de la Jeunesse et des Sports au travers de l'Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance (INSEP), en relation avec la Fédération Française des Clubs Alpins et de Montagne pour un financement d'équipement, de fonctionnement et de personnels (Convention R&D n°11-R-012 entre INSEP, FFCAM et CETAPS subventionnée à hauteur de 25 200 € en 2011 et intitulée : « Détermination des critères d'expertise pour réaliser une frappe de piolet en escalade glacière. Évolution de ces critères avec la fatigue »). En s'engageant dans le développement du sport de haut niveau, l'INSEP a encouragé la réalisation d'une recherche sur l'expertise en cascade de glace au sein de l'École Nationale de Ski et d'Alpinisme (Chamonix) dont une étude de cette thèse est issue.

3. Une recherche dans le cadre du dispositif Jeune Chercheur Entrepreneur

Cette forme de contrat doctoral s'est traduite dans notre cas par la volonté d'articuler simultanément des visées épistémiques et transformatives. La visée épistémique consiste à produire des connaissances scientifiques sur une pratique en lien avec l'objet qui la structure. La visée transformative renvoie au fait de s'engager dans une démarche d'aide à la conception de l'objet en question, en lien, notamment, avec les attentes de l'entreprise parrainant la recherche. De ce fait, devoir concilier ces exigences de développement technologique avec celles de la recherche scientifique donne à ce travail de thèse une coloration particulière, mêlant la volonté de porter un regard compréhensif sur une pratique et celle de concevoir des solutions transformatives de la situation ou de l'objet.

Si l'industrie du sport connaît ces dernières décennies une « prospérité » économique exponentielle avec un nombre croissant d'entreprises nouvellement créées, il est intéressant de s'interroger sur l'origine de cette embellie (Bessy & Hillairet, 2002). Est-elle due à l'activité intrinsèque des firmes déjà en place, ou bien, au contraire, à un entrepreneuriat particulièrement actif dans la filière sport-loisirs ou le secteur sport-loisirs ? Selon ces auteurs, il existe un milieu favorable à l'innovation, caractérisé par des formes types de relations entre la recherche (essentiellement publique) et l'industrie. L'innovation est entendue par Simondon (1958/2012) comme un développement de l'objet technique dans les usages, c'est-à-dire qui peut être indépendant de l'ontogenèse d'une lignée technique. Pour Simondon (1958/2012), pour qu'un objet soit le descendant d'un autre, il faut que les différences entre le premier et le second proviennent d'une sorte d'autosuffisance, d'autonomie ou de nécessité propre, que l'on puisse rapporter, en un sens, à l'objet lui-même, et non pas à des causes seulement extérieures. De fait, il faut que l'objet ne soit pas seulement conçu et fabriqué sur une décision de l'homme, mais produit selon une nécessité qui, en un sens, vienne de lui-même et lui appartienne. Ainsi, l'évolution de l'objet correspond à une genèse qui lui est propre. Pour qu'il y ait genèse véritable d'un objet technique, il ne suffit donc pas qu'il y ait de la nouveauté, de l'innovation ou de l'amélioration, car tout cela n'est pas nécessairement génétique. En effet, toute innovation apportée à un objet technique déjà établi n'est pas génétique, si elle n'est pas déterminée par une nécessité propre à l'objet. La genèse de l'objet technique que nous venons de décrire est alors une « ontogenèse », c'est-à-dire qu'elle ne concerne pas tout ce qui peut

advenir à l'objet mais seulement ce qui touche l'avènement et le devenir de son être propre. Seules les innovations, qui pourraient être tenues pour telles du point de vue de l'objet lui-même, qui seraient constitutives, peuvent être dites génétiques. Ce sont alors elles qui assurent la concrétisation de l'objet, si l'on entend par là le processus par lequel se réalise en lui « *la convergence des fonctions dans une unité structurale* » (Simondon, 1995, p.23). Il existe pour autant un milieu innovateur qui représente les flux de connaissances et de savoir-faire suffisamment importants pour appuyer, de manière systématique, l'innovation sous tous ses aspects, à savoir un progrès, une adaptation, une amélioration ou un perfectionnement, sans pour autant qu'il y ait genèse (Simondon, 1958/2012). Le bénéfice des avancées technologiques innovantes se mesure donc en fonction des progrès décisifs qu'elles permettent de réaliser au niveau de toute une communauté de pratiquants occasionnels ou réguliers et non pas sur l'objet seulement (Labouze, 1988). L'objectif de ce partenariat n'est donc pas de produire de l'innovation technique brute mais de comprendre ou d'anticiper les effets d'une innovation sur une communauté de pratique.

Co-définition des objets de recherche

Le laboratoire de recherche et développement de Petzl® communique activement sur la mise en œuvre d'un processus continu de conception qui s'exprime sur trois niveaux². En premier lieu dans l'identification d'une situation avec problématique de progression dans la verticalité ou l'obscurité. En second lieu dans la recherche d'une solution pertinente et efficace. En troisième lieu dans la recherche continue d'amélioration des produits proposés à la vente. Derrière ce processus se dégage, de la part du concepteur, l'objectif marketing et concurrentiel visant à créer non seulement des solutions innovantes, mais surtout à contribuer à l'émergence de nouvelles pratiques sportives et professionnelles. Petzl® se positionne alors comme une entreprise historique, innovante, génératrice de ruptures dans la pratique, permettant simultanément des « évolutions » dans les activités et l'inscription de leurs outils comme des références dans l'activité concernée. Cette idée de vouloir développer continuellement la pratique par l'innovation du matériel de progression vient structurer la négociation de l'objet de recherche avec le concepteur. Il s'agit conjointement d'établir des critères de conception pour le matériel de progression (que nous structurerons par des critères de scientificité) tout en menant une réflexion sur le développement techno-logique. Ceci afin

² Source : article « L'expertise au cœur de l'offre » sur le site internet de l'entreprise www.petzl.com

de se situer sur les trois niveaux d'action de conception développés par l'entreprise en se focalisant sur l'activité, l'objet de cette activité et l'usage de cet objet dans l'activité.

Organisation de la thèse

Cette thèse sera alors présentée en trois parties.

La première concerne le cadre général des recherches dans lequel nous développerons une réflexion sur la technique en argumentant autour du caractère constitutif et constituant de celle-ci (Havelange, Lenay, & Stewart, 2003 ; Boëda, 2005). Nous discuterons alors du choix d'analyser l'activité préalablement à la conception et de penser l'ergonomie comme recherche technologique construite autour du programme de recherche empirique du cours d'action (Theureau, 2004).

La seconde partie regroupe trois études empiriques permettant dans un premier temps de modéliser l'activité en interrogeant le concept d'utilisabilité puis d'élargir vers l'analyse longitudinale de l'activité pour dépasser ce concept et adopter l'appropriation comme objet de conception. La dernière étude met alors en œuvre un objet théorique intégrant conjointement des données soumises et non soumises à conscience pré-réflexive pour documenter l'activité de frappe et l'appropriation.

La dernière partie, développe une réflexion sur les apports à la connaissance et à la conception au travers du développement de l'observatoire et du critère d'appropriabilité qui permet de solidifier l'essai d'un programme de recherche technologique en ergonomie du sport.

A noter que toutes les références citées dans le texte ainsi que la liste des références bibliographiques se conforment aux normes de l'Américan Psychological Association 6^{ème} version, classiquement utilisées dans les travaux STAPS.

II. Cascades de glace et outils de progression

Nous tenterons dans cette première partie de comprendre la création de la pratique d'escalade glacière. Nous chercherons à saisir, à travers elle, la construction de nouveaux usages, médiés par de nouveaux outils de progressions qui peuvent s'imposer par la nature des terrains pratiqués. Cet aspect dynamique et ininterrompu des créations de nouveaux outils et des nouvelles façons d'interagir avec la montagne argumentera notre réflexion sur la technique.

La première partie de ce chapitre repose sur une lecture de l'histoire de la progression sur la glace dans le milieu de la montagne. Nous verrons en quoi le piolet, comme objet technique, structure cette pratique. Cette entrée empirique par le milieu glacier permet de comprendre l'évolution de la pratique en lien avec l'évolution de l'exploration des terrains de pratique qui se diversifient (Venayre, 2002). On saisit alors toute la nature « *sauvage* » (Corneloup, 2004) de cet investissement progressif de la glace par quelques générations d'alpinistes qui passent de l'exploration de grandes voies classiques dans les années 30 aux goulottes glacées des faces nord vers 1960 puis aux cascades aériennes dès 1990. Ce territoire particulier, approprié comme le dit De Léséleuc (2004) à propos de l'escalade, devient le creuset de nouveaux usages qui à leur tour structurent l'activité. Nous nous plongerons donc dans la genèse de l'activité marquée d'une part, par une séparation de la cascade de glace et de l'alpinisme, d'autre part par une relation accrue avec le matériel de progression qui la façonne. Cette histoire est aussi singulière par le fait que ses évolutions sont le fruit d'acteurs et de concepteurs qui s'affranchissent des savoirs experts des écoles d'alpinisme pour développer des usages détournés, supportés par de réelles catachrèses des objets techniques. Dans une volonté d'enrichir les apports à la conception du matériel de progression au travers de cette vision de l'activité, nous défendrons dans la deuxième partie du chapitre une approche centrée sur l'expérience — peu développée en science du sport — en adoptant la « *situation d'aide* » comme objet de conception (Theureau & Jeffroy, 1994) sur la base de l'objet théorique cours d'action comme réduction de l'activité présentée dans la dernière partie de ce chapitre. Cette construction de la recherche sous forme de programme d'investigation empirique en anthropologie cognitive, fondamentalement orienté par la conception, implique une pensée de la technique. Nous définirons alors le piolet comme un

objet technique, constitutif d'une lignée technique (Simondon, 1989). En positionnant notre vision de la technique et de l'innovation, nous adopterons la thèse du caractère anthropologiquement constitutif de la technique (Steiner, 2010), en affirmant la technicité — ou encore, le caractère techniquement situé — originaire de toute action et même de toute humanité. Nous présenterons alors notre programme de recherche technologique pour systématiser la conception afin d'enrichir et de concrétiser la proposition d'un nouvel objet de conception dit « d'appropriation ».

1. L'émergence de l'ascension sur glace

La cascade de glace est une pratique d'alpinisme récente³ qui dérive principalement de ce qu'on appelle les courses alpines. Après les ascensions aventurières par voies classiques réalisées au 19^{ème} siècle puis les faces nord plus délicates réalisées vers 1930, les années soixante-dix voient apparaître un alpinisme plus sportif et compétitif à travers le développement des courses de montagne (Sertori, 2009, 2004). Les faces nord et les courses ont progressivement conduit les pratiquants à emprunter de nouvelles trajectoires, plus directes, plus techniques et plus engagées que les voies classiques. Ces nouvelles trajectoires ont poussé les grimpeurs à évoluer dans des lignes de faiblesses étroites et gorgées de glace, nommées « goulotte ». Il s'agit de couloirs en altitude qui présentent une forte pente. Leur situation encaissée favorise la présence de neige et la formation de glace (figure 1). L'ascension de ces goulottes glacées demande une connaissance des techniques spécifiques d'ascension qui y sont associées. Ces goulottes étant étroitement liées aux contraintes de l'altitude (diminution des capacités physiques, approche longue, météo changeante, instabilité du milieu...), les alpinistes migrent vers les cascades de glace pour s'entraîner et évoluer sur un terrain similaire sans les contraintes du milieu (Blanc-Gras & Ibarra, 2011).

³ La première cascade de glace est grimpée aux États-Unis en 1971 par Greg Lowe et John Bouchard. En France, la première cascade est ouverte en 1977 par Michel et André-Pierre.



Figure 1. *Alpiniste dans la goulotte Berhault-Stakano en face nord du Ponset (grandes-courses-alpinisme.com)*

L'escalade glacière consiste à évoluer sur une concrétion formée par la congélation d'une cascade d'eau. En Europe, ces cascades de glace se forment en hiver, dans des zones principalement situées en moyenne montagne, c'est-à-dire à moyenne altitude. La progression y est proche de celle effectuée en goulotte mais l'accès à la haute montagne n'est plus un critère du fait d'un l'éloignement des zones d'altitudes (Blanc-Gras & Ibarra, 2011). Les pratiquants peuvent parfois arriver en véhicule au pied de la cascade. La diversité des formations glacières permet également de pratiquer sur une palette de difficulté très large, d'un niveau facile à un niveau très technique. Trouvant son origine dans une pratique d'entraînement, la cascade de glace voit rapidement apparaître deux groupes de pratiquants : les alpinistes avec une culture de la haute montagne qui migrent vers la cascade de glace pour rechercher une difficulté technique sans la contrainte de l'altitude, et les grimpeurs avec une culture du rocher qui trouvent dans la glace le moyen de prolonger leurs activités d'été (de Léséleuc, 2002). Il faut attendre les années quatre-vingt pour voir apparaître des spécialistes de la cascade de glace. Le fait est que les grimpeurs progressent continuellement plus vite dans des voies plus raides (tableau 1) et si à ses débuts, l'escalade glacière restait un moyen de l'alpinisme, elle se transforme en une forme bien singularisée d'alpinisme (Dienot & Theiller, 1999). Sa connotation aérienne, extrême, l'esthétisme des structures et la proximité du milieu

(Corneloup, Bourdeau, & Mao, 2004), plus « envahissable » par nature que les cimes alpines, attirent les pratiquants qui trouvent dans la cascade de glace un moyen de découvrir la montagne autrement que par les sports d'hiver classiques comme le ski ou la randonnée en raquette (Rotillon, 2002).

Évolution des techniques et du milieu de pratique

Nous venons d'explicitier l'apparition de la cascade de glace comme une pratique autonome. S'en tenir à cette description linéaire serait réducteur. Une réflexion est à mener sur la pratique dans sa globalité, c'est-à-dire incluant le milieu, les pratiquants et leurs moyens de progression, afin d'effectuer une lecture pertinente de notre objet de recherche. Les recherches de Simondon sur l'essence de la technicité ouvrent des perspectives intéressantes dans le domaine (Simondon, 1958/2012, 2005, 1989). La « *mécanologie* » qu'il propose de fonder conduit à penser le piolet comme un objet technique, inscrit dans une lignée et s'individualisant dans un processus de concrétisation vers le « piolet de cascade ». Selon lui, on peut définir l'objet technique en lui-même par le processus de concrétisation fonctionnelle qui lui donne sa consistance en termes d'une évolution prouvant qu'il ne saurait être un pur ustensile. L'objet technique est donc soumis à une genèse puis à une évolution des structures techniques que nous allons décrire. De fait, pour définir le piolet, nous n'allons pas chercher à le définir par la fin pratique à laquelle il répond (car aucune structure technique ne correspond à un usage défini). Nous allons plutôt, comme le préconise Simondon (1958/2012), renverser le problème. Au lieu de partir de l'individualité du piolet ou de sa spécificité pour essayer de définir sa genèse, c'est à partir des critères de sa genèse que l'on va tenter de définir les individualités de différents piolets, c'est-à-dire les processus de concrétisations d'inventions (ici, les modifications physiques du piolet), qui amènent à des innovations socialement partagées, rendant le piolet spécifique. Nous entendons l'individualité comme l'état « d'individu technique » transitoire dans lequel se trouve l'objet au cours d'une genèse ou d'un processus d'individuation. L'individuation étant première par rapport à l'individu, l'objet possède une forme d'agentivité qui est le siège d'une individuation.

Cette réflexion sur l'évolution du piolet pose la question de savoir quelles sont les pratiques existantes et quels sont les outils développés et utilisés pour et par ces pratiques. Y a-t-il une récursivité entre l'évolution des terrains de pratique et des outils de progression ? La notion de « *milieu associé* » (Simondon, 1958/2012) est particulièrement déconce pour

discuter de l'évolution des piolets en lien avec la pratique. Pour Simondon (1958/2012), on reconnaît l'objet technique, ou « *l'individu technique* », au fait qu'il est associé à un milieu à la fois technique et naturel. Ce milieu, au point de rencontre entre le « technique » et le « naturel », conditionne l'objet technique qui possède son propre mode d'existence. Cette individuation de l'objet technique est alors rendue possible par la récurrence de causalité dans ce milieu. Milieu que l'être technique crée autour de lui, qu'il conditionne et qui lui permet d'être lui aussi conditionné. De fait, dans la partie suivante, nous allons tenter de présenter l'évolution conjointe de la pratique et de l'objet technique afin de saisir les processus de concrétisation du piolet.

Essence technique à l'origine d'une lignée

Nous l'avons décrit plus haut, le début d'une lignée d'objets techniques est marqué par un acte synthétique d'invention constitutif d'une essence technique. Cette partie tente de montrer en quoi le piolet est une réelle innovation qui ouvre sur une lignée technique au travers d'une concrétisation, concrétisation qui prend son origine dans une essence technique. De fait, le piolet dans sa forme la plus ancienne connue, c'est-à-dire le premier objet technique portant le nom de « piolet », est une innovation chamoniarde (figures 2 et 3). Il est une combinaison d'une sorte de hache courte utilisée par les cristalliers et de « l'alpenstock », un bâton muni d'une petite pointe en acier qui aidait à conserver l'équilibre et à sonder les crevasses (figure 4).



Figure 2. *Un des premiers piolets fabriqués par les frères Simond en 1860 (archive en ligne de l'entreprise Simond®)*



Figure 3. *Piolet fabriqué par la famille Grivel en 1860 pour Michel Croz, guide de Whymper (archive en ligne de l'entreprise Grivel)*



Figure 4. *Peinture représentant Jacques Balmat au Mont Blanc en 1786 portant une hache de cristallier à la ceinture et un alpenstock (archive en ligne de l'entreprise Grivel)*

Les premiers piolets étaient constitués d'une tête en fer forgé, semblable à un marteau, mais plus fine et beaucoup plus longue, hybride entre le marteau et la lame d'un couteau, alors que ceux de la famille Grivel, destinés aux guides allemands et suisses, étaient dérivés de la hache et de la pioche, avec une lame plus large et plus courte et un manche plus long. Au cours du 20^{ème} siècle, des dents à l'avant de la pointe sont également apparues pour permettre une plus grande accroche. À travers cette diversité, le piolet devient une unité en devenir, c'est-à-dire qu'il existe par le fait qu'il y a une suite et une continuité à son évolution. Cette évolution contient en elle des structures dynamiques qui participent à l'évolution des formes. Il s'agit principalement de l'existence d'un manche et d'une lame et d'un pic au bout du manche qui structurent l'objet. Ainsi, le piolet dit « droit » est encore présent et utilisé sous

sa forme structurelle originale (figure 5). En revanche, de multiples formes sont apparues par la suite par la transformation des structures dynamiques.



Figure 5. *Comparaison des structures d'un piolet « droit » de 2015 (à gauche) et du 19^{ème} siècle (à droite)*

Les crampons se développent simultanément. Dans les années soixante, un débat s'installe entre le cramponnage « pied à plat » dit « à la française », où de nombreuses marches doivent être taillées dans la glace, et le cramponnage autrichien en pointes frontales où le grimpeur plante le bout du pied dans la glace de façon perpendiculaire. Avec l'ascension des premières directissimes et des faces nord raides et glacières, les années 1968 et 1969 marquent l'adoption intégrale par la communauté alpine du cramponnage en pointe avant (Hoibian, 2004). Cette technique permet la réussite de plusieurs ascensions, notamment en Suisse, avec la première hivernale de la pointe de Zinal en 1968 par Marcel Demont et Daniel Cochand qu'ils réalisent également grâce l'utilisation des « poignards à glace » (figure 6). En tout état de cause, l'aspect spécifique de la pratique, c'est-à-dire une tendance à la quadripédie systématique sur une paroi verticale, impose d'évoluer sur les extrémités des appuis, tout comme la nature du terrain impose d'utiliser un objet comme prolongement du corps pour s'ancrer.



Figure 6. Au centre, le poignard à glace utilisé à l'Obergabelhorn et à la Pointe de Zinal pour la première ascension hivernale (forum participatif camptocamp)

Processus de concrétisation du piolet de cascade de glace

Avec l'évolution des crampons, il manque un véritable outil aux alpinistes pour offrir à leurs mains la même assurance qu'à leurs pieds. Ce couple piolet/crampon s'inscrit ici comme un ensemble technique (Simondon, 2005). Cet ensemble technique est un ensemble d'objets techniques individualisés, ayant une relation technique déterminée. Si elle est trop lâche ou incohérente, l'ensemble se dissout. Pour que le couple piolet/crampon reste un ensemble, le poignard doit se concrétiser vers un autre mode d'existence. Quelques grimpeurs font ainsi évoluer le poignard en lui ajoutant un manche pour créer progressivement le concept de « piolet traction » (figure 7). En 1964, Mac Innes, un grimpeur écossais se confectionne le « Terrordactyl » (figure 7) pour gravir une paroi de glace souple. Il s'agit du premier piolet à manche court et lame inclinée qui permet de planter puis de se suspendre (figure 6, au centre). En 1966, en France, Chouinard développe avec l'entreprise Charlet le piolet « Zéro », un piolet lui aussi très court avec une lame inclinée. Ces prototypes sont le fruit d'initiatives individuelles parfois soutenues par des concepteurs (figures 7, 8). Ces objets sont toujours l'expression d'une activité d'invention qui prend en compte des contraintes techniques. Pour cette raison les formes successives d'une lignée technique ne sont ni chaotiques ni prédéterminées. Ces objets successifs expriment une cohérence intrinsèque, sans être pour autant auto-construits. Ils sont inventés, c'est-à-dire conçus et fabriqués par des êtres humains capables de les imaginer. Ainsi, l'objet « piolet » impose la nécessité de l'invention, c'est-à-dire de l'émergence de processus de fabrication encore inconnus à ce moment-là. Ce résultat

n'est pas la conséquence d'un opérateur qui imposerait sa loi à la matière, mais d'une correspondance entre le processus de concrétisation de l'objet et de l'activité de l'acteur ou des acteurs qui le fabriquent. Il y a alors un lien étroit entre le processus d'individuation de l'objet technique et celui de l'invention humaine qui s'actualisent dans la conception.

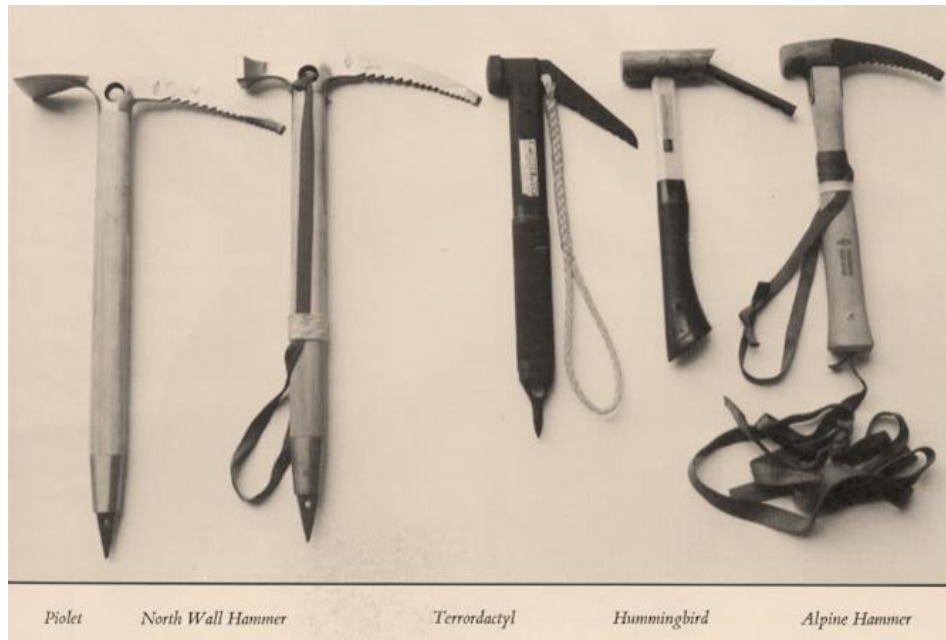


Figure 7. *Processus de concrétisation des piolets pour la glace raide entre 1964 et 1966 (Climbing Ice, 1978)*



Figure 8. *Processus de concrétisation des piolets pour la cascade de glace entre 1971 et 1978 (forum participatif camptocamp)*

En France, la première grande ascension sur une structure glacière est faite en 1973 par Walter Cecchinel et Claude Jager au couloir nord-est des Drus avec des piolets de marque Simond® (modèle Condore et modèle 720) (figure 9). Ensuite, en 1975 est développé le piolet « Chacal » (figure 10), par l'entreprise Simond® en collaboration avec le guide de haute montagne Cecchinel. Ce fut le premier piolet court au manche recourbé à être commercialisé. Il a permis la multiplication des ascensions en goulotte, faces nord et cascades de glace grâce à la technique française développée avec ce genre de piolets (figure 11), dite du piolet-traction (figure 12). « *Le piolet servait à la fois à se tirer [...] et à maintenir l'équilibre. Une main se plaçait à l'extrémité inférieure du manche* » (Hoibian, 2004). Par opposition, les Allemands étaient pour ce qu'on appelle aujourd'hui le piolet-appui, le piolet étant tenu par sa partie supérieure à hauteur de la hanche.



Figure 9. Cecchinel avec le « Condor » main gauche et le « 720 » main droite (Blanc-Gras & Ibarra, 2011)



Figure 10. *Piolet Chacal à lame courbe (archive en ligne de l'entreprise Simond®)*



Figure 11. *Processus de concrétisation du piolet pour l'ascension de couloir de glace entre 1970 et 1974 (Blanc-Gras & Ibarra, 2011)*

Ces nouveaux outils sont étroitement liés à cette nouvelle pratique. La réunion des deux s'avère efficace dans les voies particulièrement raides et recouvertes de glace. Ce type de voie étant le marqueur de l'alpinisme « moderne » tout comme le matériel qui lui est associé, les ascensions deviennent plus physiques mais plus rapides. La naissance du piolet-traction apporte une assurance dans les ancrages des membres supérieurs comparable à celle des pieds avec les pointes avant et qui faisaient débat trois ou quatre ans plus tôt.



Figure 12. *Démonstration de la technique traction par Cecchinel (Blanc-Gras & Ibarra, 2011)*

Blanc-Gras et Ibarra (2011) ont une vision particulière de cette évolution et des modifications qu'elle engendre sur les pratiques. La cascade de glace est selon eux une discipline en métamorphose par une pratique de plus en plus sportive et aérienne. Le matériel a suivi, plus léger, plus technique, des broches à glaces faciles à visser ou encore des piolets sans dragonne permettant les changements de mains (tableau 1). « *On a des piolets qui ont évolué avec des meilleures poignées et qui sont beaucoup plus légers tout en gardant des lames forgées [...] c'est une grosse évolution [...] les crampons aussi, avec une géométrie différente qui permet une meilleure accroche dans la glace* » (Blanc-Gras & Ibarra, 2011, p. 233).

Évolutions de l'objet technique	Investissement des milieux
1932 Premier crampons à douze pointes dont deux frontales.	
1948 Premier mousqueton tubulaire.	
	1950 Première de l'Annapurna, premier 8000 m atteint par l'homme.
1952 Premier marteau piolet à lames interchangeables - Le Magnone.	Première du Fitz Roy.
	1953 Première de l'Everest - 8 840 m.
1957 Premier modèle de piolet-traction- Le terrordactyl.	1957 Tom Patey, Graeme Nicol et Hammish MacInnes gravissent le Zero Gully au Ben Nevis
	1959 Jimmy Marshall ouvre le Parallel B au Ben Nevis en utilisant les pointes avant.
	1965 Première de la face nord des droites en 5 jours par Cornuau et Davaille
	1966 Première du Huascarán - 6 768 m (Paragot, Seigneur, Jaccoux, Payot).
1968 Premiers bloqueurs et descendeurs (BASIC, SIMPLE).	
	1969 Première solitaire de la face nord des Droites par Reinhold Messner, en 9 heures, avec un piolet et un poignard à glace.
1970 Premier piolet entièrement métallique - le Metallic 720.	Première du couloir nord des Drus - (Jagger).
	1971 Première du pilier Ouest du Makalu - 8 470 m - Mont-Blanc - Grand Pilier d'Angle - face nord - première directissime (Cecchinell, Nominé).
1972 Premier Crampon rigide 100% asymétrique - le Makalu.	
1973 Première lampe frontale pour l'alpinisme – Petzl.	
	1974 Drus - face nord couloir central - première intégrale et première hivernale (Cecchinell, Jager).
1975 Premier marteau-piolet avec lame banane à courbure inversée - le Chacal, Le Miollnir.	Grande Rocheuse - face nord - Ouverture d'une nouvelle voie directe (Gabarrou, Marin).
1977 Premier mousqueton à doigt monobloc - le 3000. Premiers harnais - Petzl.	Grandes Jorasses - première hivernale de la face est - (Marmier, Rudolf). Premières cascades de glaces ouvertes par les frères Verney.
1982 Mise en place de normes pour le matériel par la Fédération internationale. Première broche à glace à expansion.	Premier grade 6 en solo en cascade de glace – (Chantriaux)
	1983 Libération de la directissime Américaine aux Drus - (Renaud, Profit, Escoffier, Etienne).
1984 Premier crampon réglable sans outils - Le Jorasses.	Mont-Blanc - Intégrale de Peuterey - première hivernale et solitaire en 32 heures (Profit).
1985 Premier piolet à lame réglable en inclinaison - Pulsar	Face nord des Grandes Jorasses - Première hivernale en 13 heures - (Escoffier).
1986 Premier mousqueton Zicral ergonomique - le Cliff. Premier piolet de goulotte à lame et panne interchangeable – Super Courmayeur. Premier manche de piolet en carbone.	
	1987 Premier grade 6 en cascade de glace, Visa pour l'Amérique (6/IV) par François Damilano.
	1989 Everest - aller-retour en 22 h 29 (Batard).
	1991 Christophe Profit & Pierre Beghin au sommet du K2 par l'arête NW.
1992 Premier système d'assurage autobloquant – Grigri.	Premier grade 7 en Glace, la Dame du Lac et la lyre (550m, 7/VI) par

	Thierry Renaud.
1993	
Premier crampon avec une seule pointe avant – Rambo.	
1994	
Premier crampon en plastique et en Nickel Chrome Molybdenum.	
	1995
	Création du championnat du monde de Glace (ice world cup).
1996	
Premier piolet sans tête - Naja.	
1998	
Premier mousqueton à verrouillage dynamique monobloc - Spider.	
Premier bloqueur ultra-compact de remontée sur corde – Tibloc.	
Premier piolet à manche galbé et cintré -Carving, Anaconda cup, Top machine.	
1999	
Premier casque de montagne à visière - Bumper.	Jérôme Thinière & des compagnons au Chushubalstering au Pakistan – Cristal FFME 99.
2000	
Première lampe frontale à LED - la Tikka.	
2001	
Premier piolet à manche déporté - Scud.	François Lombart champion du monde de Glace à l'Ice World Cup.
2002	
Premier piolet traction, sans dragonne, à poignée désaxée - QUARK ERGO.	Ouverture de « Crime of the Century » en face sud du Mont Dickey, Alaska (ED+, 1550 m, 6c/A4, Romain Wagner, Guillaume Avrisani, Yann Bonneville, Cedric Cruaud et Paul Robach).
	2003
	Première répétition de Isis Face au Mc Kinley (Pellissier/Guy). Valery Babanov et un compagnon au pilier sud du Nuptse.
2004	
Premier système antichute mobile - ASAP.	
Premier piolet de dry-tooling – Monster.	
2005	
Premier assureur avec déblocage du second sous tension intégré - Toucan.	
	2006
	Directe de Gauche en face nord de l'Olan (Mathieu Détrie/Damien Astoul, ED, 6B/6C, V, 1100m)
2007	
Premier piolet avec tête en Titane - Metallic 820.	Répétition de "No siesta" en face N des Grandes Jorasses (1000m, ED+, M7, 90°). Répétition de la "Gousseault Desmaison" (1ère en libre) en face nord des Grandes Jorasses (Romain Wagner, 1100 m, ED+, 6b/M6/90°)
2008	
Mousqueton avec système directionnel - BLC.	Ouverture de "Move your ass and your mind will follow" au Dickey, Alaska (Mathieu Détrie avec le Groupe Excellence FFCAM ED, 1600m).
Interface pour secours en hélicoptère développée en partenariat avec le PGHM.	
	2009
	Répétition hivernale de la Gousseault/Demainson en face N des Jorasses (Seb Ratel/Sébastien Bohin/Didier Jourdain, 1200m, ED, M6).
	2010
	Premier Championnat de France d'escalade sur glace. Intégration du dry-tooling en démonstration.
2011	
Premier piolet ultra léger fabriqué en une seule pièce - X Blade.	Ouverture hivernale de Ecaille Epique en face N des Droites (Seb Ratel/Patrick Pessi/Rémy Sfilio, 1000 m, ED+, M6, A2). Première traversée de la Cordillère de Darwin par le GMHM, 30 jours en autonomie totale.
	2014
	L'escalade sur glace en démonstration au JO d'hiver de Sochi.

Tableau 1. *Évolution chronologique parallèle des objets techniques et des nouveaux milieux investis*

Le tableau 1 expose l'évolution chronologique parallèle des objets techniques et des nouveaux milieux investis sur la base des données de trois constructeurs majeurs (Grivel®, Simond® et Petzl®) et de l'IUAA (International Mountaineering and Climbing Federation). Ce tableau montre que la concrétisation du piolet entretient un lien de récurrence avec la progression des pratiques élitaires, au même titre que les évolutions des crampons sont indissociables de celles des piolets sous la forme de ce que nous avons décrit comme des ensembles techniques cohérents, ces pratiques élitaires amorçant des changements dans une pratique plus massive (Moulin, 2009).

Le tableau 1 illustre également l'évolution déjà décrite de l'alpinisme au fil du temps en lien avec de très nombreuses innovations techniques (Blackford, 2003 ; Duez, 2009). On entend par innovation une invention socialisée selon Simondon (1958/2012), au sens où ces innovations ont provoqué des changements dans la nature de l'escalade et de l'alpinisme. Les normes ont augmenté de façon spectaculaire. Harnais et longes, mousquetons et autres dispositifs d'assurage et de rappel se développent de façon croissante comme le montre la figure 13a sur l'ascension de la cascade « beating the retreat », réalisée lors d'une de nos études par un grimpeur. Le matériel de protection pour la roche et la glace mais aussi les domaines de l'habillement et du textile sont touchés par ces évolutions. Tout se passe comme si les nouvelles aspirations sportives des alpinistes devenaient l'ingrédient incontournable de la genèse des outils qui en retour nourrissent l'ambition de grimper plus haut, plus raide et plus acrobatique (figure 13b). La diversité des outils vient aussi de cette diversité des milieux et des pratiques.



À droite :

Figure 13a. *Omniprésence du matériel de progression et d'assurance*

À gauche :

Figure 13b. *Exemple d'ascension technique de la cascade du Bourget*

L'évolution ne semble pas s'arrêter à l'ascension de cascade de plus en plus aérienne. La discipline est également modifiée par l'émergence de l'escalade mixte. Autrement dit, avec le même matériel, le grimpeur évolue parfois sur la glace ou parfois sur le rocher avec une propension de plus en plus large pour le rocher. C'est ce que l'on appelle le dry-tooling (Sertori, 2009) : « *Cela permet d'aller dans des endroits très acrobatiques avec une prise de risque moins importante que si l'on n'est que sur la glace, car la glace acrobatique est obligatoirement fragile, délicate et en équilibre précaire.* »⁴

⁴ Extrait d'un entretien de Manu Ibarra réalisé par Montagne TV en 2012.

Processus de concrétisation du piolet de dry-tooling

L'expérience des grimpeurs mais aussi la modification des pratiques⁵ conduisent ainsi les grimpeurs à évoluer de plus en plus sur une matière sèche à l'image de l'escalade rocheuse. Cette dichotomie entre l'attrait technique et spectaculaire de la pratique et l'engagement dans un environnement résolument alpin engendre de nouvelles formes de culture alpine. Dans l'histoire sociale des activités physiques de pleine nature et leur relation au milieu et à la technique, nous pouvons remarquer un bouleversement dans la nature des échanges entre milieu et pratiquants (Corneloup, Bourdeau, & Mao, 2004). Le rapport au lieu de pratique dans les années quatre-vingt était de l'ordre du respect, de la préservation de la culture locale et de la tradition avec une forte relation à la nature perçue comme refuge. La nature était source d'action. Il s'agit du temps des pionniers où les nouvelles activités sont pratiquées par des sportifs du « milieu », qui fuient la massification d'une autre pratique qu'ils avaient eux-mêmes parfois contribué à démocratiser. Dans les années 2000, le rapport au lieu évolue vers plus de mouvement et de changement, le médiateur étant l'invention et l'innovation des objets techniques. On passe à une culture exogène avec une faible relation à la nature, celle-ci étant productrice et non plus source d'action. La cascade de glace évolue alors lentement vers le dry-tooling. L'unité de lieu et de temps, la présence d'un arbitre, la diffusion large d'un classement en cascade de glace sont autant de caractéristiques du modèle compétitif et fédéral qui, s'il s'impose comme le mode légitime d'une pratique, remet en cause l'échange symbolique entre les pratiquants au pied des voies et leur milieu. C'est le cas de la mutation dans l'escalade libre notamment (Aubel, 2006). Les activités de pleine nature dans leur cycle ininterrompu de diversification tendent alors vers plus de complexité, de défi et de danger. Seulement, cette évolution conduit à une dilution de la culture endogène (Obin, 2013), alpine, et laisse de moins en moins de place aux pratiques de niches. Le matériel suit cette évolution. Il se spécifie pour faire face à des besoins qui sont eux-mêmes spécifiques. En parallèle, le marché de l'équipement devient lui aussi accessible. En dry-tooling apparaissent ainsi des piolets-traction très courbés incitant aux crochetages rocheux plutôt qu'à la frappe (figure 14).

⁵ De Léséleuc (2004) note un engagement dans l'activité sur des périodes courtes et dans un milieu de plus en plus accessible voire aménagé.

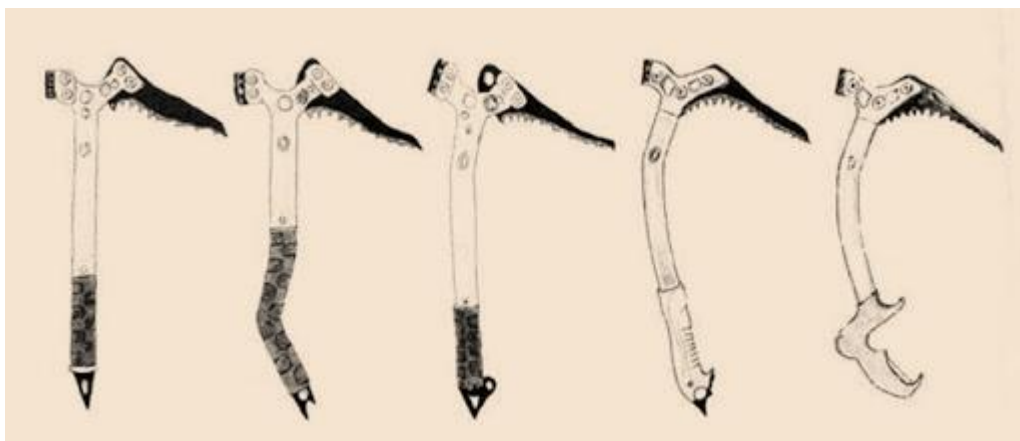


Figure 14. *Processus de concrétisation du piolet de dry-tooling au travers des piolets de la marque Grivel de 1990 à 2005 (forum participatif supertopo)*

Le dry-tooling n'est donc plus une contre-culture mais une évolution sportive de l'alpinisme via un médiateur technique (les nouveaux piolets), spatial (les nouveaux espaces de pratiques) et temporel (l'utilisation des piolets en dehors de la saison hivernale). Ainsi, des lieux incontournables et spécifiques sont identifiés (Batoux & Seifert, 2007) et les ouvertures de nouvelles voies se multiplient.

Cette étroite liaison entre pratique et objet technique impose, d'un point de vue méthodologique et épistémologique de lier l'étude de la pratique et de l'objet. Cette entrée descriptive et technique dans la pratique permet de saisir à quel point l'objet est situé dans l'activité, c'est-à-dire qu'il participe à la construction du grimpeur et des situations. Le matériel se transforme et nous avons tenté de répondre à la genèse de cette transformation. Au travers de la cascade de glace s'actualise en réalité une réflexion plus profonde sur la nature des activités et la place des piolets-traction dans cette activité. Le chapitre suivant propose de faire le point sur les études centrées sur le matériel et les évolutions menant à une prise en compte de l'acteur pour renouer avec cette relation entre homme et objet technique.

III. Vers une approche centrée sur l'expérience

1. Ergonomie et conception

Tout matériel sportif « cristallise » une connaissance, une représentation, et au sens le plus large, un modèle de l'utilisateur et de son activité, même si celui-ci n'est pas explicité par le concepteur (Béguin, 2004). Dans certains cas, ce modèle de l'utilisateur s'avère approximatif ou de sens commun et conduit à une conception inadaptée. En ergonomie, il est devenu usuel d'aborder cette problématique selon une logique de conception dite « centrée utilisateur ». Cependant, le succès de cette démarche s'est accompagné d'applications très contrastées et parfois a-théoriques. Ce chapitre vise à présenter les principes fondamentaux d'une démarche de conception de matériel sportif à partir d'une approche centrée sur l'expérience des utilisateurs.

Rapport de l'ergonomie à l'activité

L'ergonomie peut se définir par trois objectifs fondamentaux qui participent au processus de conception des situations (Leplat, 1998) : a) la notion d'activité comme objet central de l'analyse, b) la prise en compte des dimensions finalisées de l'activité comme fondamentales pour expliquer celle-ci, et c) une analyse de l'activité dans une visée de transformation, ou de conception des situations. En ce sens l'ergonomie de langue française se développe en se définissant comme une ergonomie « centrée sur l'activité », par opposition aux approches « centrées sur les dispositifs », et d'autre part, aux approches dites des « composants humains » (Daniellou, 2005 ; Hoc, 1998 ; Leplat, 1997 ; de Montmollin, 1996). Cela conduit à considérer les conditions concrètes des environnements dans lesquelles les activités se déroulent comme capitales à prendre en compte pour les décrire ou les expliquer, tout en apportant une contribution originale à la connaissance de l'activité et de la cognition humaines (e.g., Hoc, 1998 ; Salembier, 1992 ; Theureau, 1992). Enfin, l'ergonomie définit la finalisation de ces recherches par la conception de technologie (à l'image de l'important mouvement du Computer Supported Cooperative Work, ou CSCW), de dispositifs voire de situations de travail et de formation (Theureau & Jeffroy, 1994). Cela dépasse le simple caractère appliqué ou utilitaire des recherches mais introduit plus fondamentalement des critères de pertinence concernant les méthodologies appliquées. Il s'agit d'une part, des

réductions et des délimitations devant être opérées pour analyser l'activité, et d'autre part, de la validité écologique des méthodes utilisées en fonction des besoins spécifiques de conception. L'établissement d'une telle relation entre l'analyse de l'activité et la conception des situations suppose que la définition des objets d'étude et la façon de les analyser sont aussi bien déterminées par les théories de l'activité, que par des conditions techniques, sociales ou organisationnelles d'un domaine de conception particulier et par les besoins spécifiques de la transformation des situations.

Intérêt d'une analyse de l'activité préalable à la conception

En ergonomie et psychologie ergonomique, l'activité a d'abord été définie en référence à la notion de tâche (Cahour, Salembier, & Zouinar, sous presse). L'activité est alors envisagée comme tout ce que le sujet met en œuvre pour répondre à une tâche effective. Elle correspond alors au modèle se réalisant et s'actualisant (Leplat & Hoc, 1983). Cette approche a permis de faire la distinction entre la tâche et l'activité dans les situations de travail. En ergonomie de langue française, l'activité est ainsi décrite comme ce qu'un acteur met en œuvre in situ (Lenay, Salembier, Lamard, Lequin, & Sauvée, 2014). Elle est du domaine du faire et du réalisable. Elle se réfère donc aux actions et aux aspects cognitifs. Elle décrit la dynamique des actions, leur agencement ou organisation dans le temps et dans l'espace (Daniellou, 2006). Falzon (1989, 2005) et Falzon et al. (1990) notent, dans cette perspective d'une analyse de l'activité pour la conception, qu'une question se pose : celle de l'anticipation. En effet, toute conception engendre une modification de l'activité dans laquelle elle s'inscrit. C'est ce que Theureau et Pinsky (1984) appellent le paradoxe de l'ergonomie de conception : pour dire quelque chose de réellement fondé sur une situation de travail, il faut attendre qu'elle soit complètement conçue, mais alors il est trop tard pour intervenir dans la conception. Il faut alors anticiper ces transformations.

Dépasser le paradoxe de la conception

Comme il est impossible d'adapter les situations à l'activité, puisque l'activité elle-même est partiellement déterminée par ces situations (Daniellou, 2005 ; Pinsky, 1992), pour élaborer des propositions de conception d'une future situation ou d'une pratique, il faut connaître le déroulement de cette situation future. Cependant, cela n'est possible que si la situation est déjà conçue. Or, s'intéresser à une situation finie limite la portée de la

contribution de l'analyse de l'activité car la conception sera, de fait, entièrement achevée. Ce paradoxe tient à la transformation continue de l'activité du fait de ses propres contraintes.

La question est alors de savoir comment anticiper les conséquences de choix de conception sur l'activité. Le dépassement de ce paradoxe de l'ergonomie de conception (Theureau & Pinsky, 1984) demande la mise en œuvre de méthodes permettant en particulier la simulation (Béguin, 2004 ; Béguin & Weill-Fassina, 1997 ; Maline, 1994) sur la base de situations d'action caractéristiques (Daniellou, 2004).

Une autre solution à ce paradoxe est l'itération de l'étude de l'activité présente dans des situations qui se rapprochent de plus en plus de la situation future. Cette situation future se construit petit à petit via le processus de conception (Theureau, 2003). L'analyse de l'activité n'est donc plus uniquement un moyen de saisir l'activité considérée mais aussi de se projeter vers l'activité future pour fournir des recommandations pour les concepteurs. Il s'agit de mettre une capacité de prévision au service de la conception de l'activité future possible (Daniellou, 2005). L'analyse de l'activité se positionne comme un continuum entre l'action passée et l'action future.

Caractéristiques de la prise en compte de l'activité des acteurs

Nous l'avons développé, la notion d'activité est l'objet central de l'analyse. L'ergonomie de langue française a construit son originalité en se définissant comme une ergonomie « centrée sur l'activité » (Saury, 2008), par opposition, d'une part, aux approches « centrées sur les dispositifs », et d'autre part, aux approches dites des « composants humains » (ou *human factors*) (Daniellou, 2005 ; Hoc, 1998 ; Leplat, 1997 ; de Montmollin, 1996). Depuis Ombredane et Faverge (Ombredane & Faverge, 1955 cité dans Rabardel, 1995), qui ont introduit une distinction restée structurante dans l'analyse des situations de travail, entre le « travail prescrit » et le « travail réel », puis avec le modèle général de l'analyse des situations de travail « sujet / tâche / activité » (e.g., Leplat et Hoc, 1983) ou encore avec les travaux de psychologie française appliquée qui vont définir la conception comme centrée sur l'application de connaissances générales relatives aux êtres humains (e.g., De Keyser, 1991 ; Daniellou, 2005), la notion d'activité devient emblématique de l'ergonomie et de la psychologie du travail de langue française (Clot, 1999, 1995 ; Daniellou, 2005 ; Leplat, 1997 ; Theureau, 1992). L'ergonomie de langue française postule que la connaissance de l'activité (individuelle et/ou collective) d'acteurs engagés dans des situations

particulières ne peut faire l'économie de son analyse empirique, en relation étroite avec les spécificités et la complexité de ces situations. Pour Saury (2008), cela signifie, a) que la connaissance de l'activité ne puisse être déduite a priori de la seule connaissance de la tâche, des prescriptions, et des normes professionnelles (bien qu'évidemment cette connaissance demeure incontournable dans l'analyse) et b) que l'activité doive en conséquence faire l'objet d'investigations in situ dans des situations « naturelles » (ou du moins dans des situations permettant d'atteindre une validité écologique satisfaisante). On peut rajouter que l'activité doit être considérée dans sa dimension holistique, c'est-à-dire sans découpage en processus. De fait, s'inscrire en ergonomie de langue française passe avant tout par l'étude des comportements et phénomènes cognitifs globaux, tels qu'ils se présentent et s'organisent dans les situations naturelles, par opposition à l'étude de fonctions isolées (comme c'est le cas de l'ergonomie « des composants humains » ou dite des *human factors*). Comme le souligne De Montmollin (1996), le centre de gravité des recherches en ergonomie se déplace de la collecte en laboratoire de données fiables sur les facteurs humains à l'analyse sur le terrain des modalités spécifiques de l'activité en situation. L'activité est alors appréhendée comme totalité complexe organisée (Leplat, 1998), descriptible à des niveaux d'organisation variables selon les présupposés ontologiques propres à chaque cadre théorique. Cette activité reste indissociable des situations dans lesquelles elle s'organise et se développe. Un autre point important concernant l'ergonomie c'est qu'elle s'ouvre, par nature, à des approches pluridisciplinaires. En effet, l'activité dépasse et intègre toutes les réductions disciplinaires qu'on peut en faire (Leplat, 1997). Elle peut donc être appréhendée à des niveaux d'organisation, et selon des modèles théoriques de l'activité humaine, en partie alternatifs et en partie complémentaires pour la compréhension de l'activité au travail (Amalberti, de Montmollin, & Theureau 1991 ; Daniellou, 2005).

2. Les modèles de conception en ergonomie

Quel modèle de conception adopter ?

Analyser l'activité pour anticiper amène à se poser une deuxième question liée à celle de l'anticipation que nous nous posons dans la partie précédente. Elle concerne la prédiction, c'est-à-dire comprendre comment se projeter dans les situations futures pour réaliser des contributions utiles. Il s'agit donc d'une question de prédiction des usages. Pour répondre à

cette interrogation, l'ergonomie propose deux approches. La première est l'approche classique de l'analyse du travail (Darses & Reuzeau, 2004). Dans cette approche, les usages sont considérés comme intégrés à la conception. Plusieurs méthodologies s'appliquent à cette approche. Il s'agit souvent d'une analyse du travail par l'ergonome, d'une auto-analyse du travail ou des techniques de conception participative. Dans tous les cas, il s'agit de construire des systèmes a priori adaptés parce que fondés sur une représentation pertinente des besoins et des façons de faire (Darses & Falzon, 1996). La seconde est l'approche par systèmes adaptables ou adaptatifs. L'idée centrale est que la conception se poursuit dans l'usage. Partant en effet du constat que les utilisateurs des systèmes inventeront de nouveaux usages — c'est le concept de catachrèse instrumentale (Béguin & Rabardel, 2000 ; Rabardel, 1995) — au cours et du fait de la pratique, l'idée est de définir les systèmes de façon qu'ils permettent ces développements ultérieurs, en étant adaptables ou adaptatifs (Falzon, 2005). Cette perspective a été argumentée par Daniellou (1992) sous le terme d'activité future possible ou de construction d'espace au sein duquel pourra se déployer l'activité, bien que ces modes d'engagement dans la conception soient légèrement différents par leur inscription temporelle dans le processus de conception. En partant du principe que la première approche est insuffisante car elle ne tient pas compte des usages qui se développeront, nous envisageons la conception en terme de situations d'aides par l'analyse de l'activité. De plus, nous considérons qu'étudier l'activité en situation est une base pertinente pour la conception de matériel sportif car cela consiste à prendre en compte ce que fait réellement le grimpeur dans une situation particulière, qui lui est propre. Cet ancrage dans l'activité réelle permet, a) de garantir que le matériel en cours de conception participera à l'amélioration de l'action future, b) de rendre compte de la temporalité de l'activité, et c) d'appréhender les acteurs en situation.

Prise en compte de l'utilisateur

Notre positionnement pour une analyse de l'activité préalable à la conception passe par une prise en compte de l'utilisateur, acteur de la situation. Avec la généralisation de l'utilisation de la micro-informatique dans les années quatre-vingt, les chercheurs ont progressivement pris conscience que l'utilisateur ne peut plus être écarté du processus de conception (Haradji & Faveaux, 2006). Ce mouvement dans les pratiques de conception se nomme la conception centrée utilisateur (Norman & Draper, 1986). Barthet (1988), Coutaz

(1990) mais également Balbo, Coutaz et Salber (1993) ont mis en lumière le fait qu'il est nécessaire de bien spécifier la logique d'utilisation d'un futur système (dans le cadre de l'informatique) et que cela ne peut se réaliser qu'en utilisant les résultats d'une analyse du travail. Ne pas le faire aboutit à ne pas prendre en compte les besoins des utilisateurs (Palanque, Long, Tarby, Barthet, & Lim, 1994). La conception centrée utilisateur s'inscrit donc comme un moyen permettant de spécifier et de développer un objet technique. Nous allons voir, dans la partie suivante, comment les champs d'études sur les objets sportifs migrent d'une vision statique de l'objet à une situation où l'objet est utilisé, c'est-à-dire où l'analyse se focalise sur l'utilisateur.

Évolution des études sur les objets sportifs

Lorsque l'on s'intéresse à la conception des équipements spécifiques aux activités de montagne, on observe que plusieurs matériels ont fait l'objet d'études approfondies notamment pour des raisons de sécurité. À titre d'illustration, nous pouvons citer ici les études sur le vieillissement des cordes (e.g., Shubert, 2003 ; Spierings, Henkel, & Schmid, 2007), sur la limite des usages du matériel de montagne (e.g., Blackford & Maycock, 2001 ; Schubert, 2000 ; Smith, 1998 ; Vogel & Bocksch, 1996), mais aussi de manière spécifique, en cascade de glace, sur la résistance des ancrages en situation de chute (Blair, Custer, Alziati, & Bennett, 2004 ; Custer, 2006). Dans ce cadre, l'Ecole Nationale de Ski et d'Alpinisme a piloté un projet de recherche sur la sécurité en alpinisme (Aumage et al., 2012). L'objectif de ce travail était de mesurer, sur le terrain de haute montagne, les contraintes subies par les points d'assurance lorsque deux alpinistes encordés chutent simultanément lors d'une progression dite « à corde tendue » sur une pente de glace et de neige. La plupart de ces études menées sur le matériel sportif sont de type « *engineering* » ou « *human factor* » (Boff, 2006). En marge, se développe une approche « *user-centered design* » (Norman, 1988) où l'utilisateur est pris en compte par des questionnaires et des tests utilisateurs. La conception centrée sur l'utilisateur est un terme général pour décrire les processus de conception dans lesquels les utilisateurs finaux influencent la façon dont la conception prend forme. Il existe un éventail de façons dont les utilisateurs sont impliqués dans la conception centrée sur l'utilisateur mais le concept important est que les utilisateurs sont impliqués dans le processus. Par exemple, certaines études consultent les utilisateurs au sujet de leurs besoins dans les premières phases du processus de conception (Abrás, Maloney-Krichmar, & Preece, 2004). Quelques études en

science du sport visant à concevoir des équipements sportifs ou des dispositifs d'entraînement y font référence. À titre d'exemple, nous pouvons citer Lundgren Bligård, Brorsson et Osvalder (2011) pour l'évaluation d'équipements pour le kitesurf, ou Mullane, Chakravorti, Conway et West (2011) pour l'évaluation d'un système d'entraînement à la natation. Cette approche cherche à se distinguer de la perspective centrée sur la technologie en introduisant l'utilisateur au centre du processus de conception. Elle vise à évaluer les actions réalisables par un utilisateur avec un outil particulier en prenant en compte les besoins des utilisateurs. Dans cette approche, les notions d'utilisabilité et d'utilité sont centrales. L'utilité questionne le caractère adéquat de l'outil à l'activité, c'est-à-dire sa propension à l'atteinte d'un but. Les cinq critères d'utilisabilité proposés par Nielsen (1993) dans le cadre de ses études sur les systèmes informatiques intègrent l'efficacité (atteindre sans perdre de temps le but fixé), l'apprenabilité (la facilité ou la rapidité avec laquelle l'utilisateur apprend à utiliser l'outil), la mémorisation (mémoriser facilement le fonctionnement), la fiabilité (la prévention ou la gestion des erreurs par l'outil) et enfin la satisfaction de l'utilisateur (figure 15).



Figure 15. Arborescence des critères d'utilisabilité (Nielsen, 1993)

La méthodologie associée est principalement basée sur des questionnaires, des *laboratory usability testing* ou de la conception participative (Abrams, Maloney-Krichmar, & Preece, 2004 ; Eason, 1987). À ce titre, le tableau 2 suggère des techniques pour impliquer les utilisateurs dans processus de conception (Preece & Rogers, 2007).

Technique	Proposition	Etape du processus de conception
Interviews et questionnaires	Collecte de données relatives aux besoins et aux attentes des utilisateurs ; évaluation des alternatives de conception, des prototypes et de l'artefact final	Au début de la conception du projet
Séquences d'entretiens	Collecte des données relatives à la séquence de travail à effectuer avec l'artefact	Au début du cycle de conception
Groupe de discussion et de propositions	Inclure un large éventail de « parties prenantes » pour discuter des questions et des exigences	Au début du cycle de conception
Observation in situ	Collecte d'informations relatives à l'environnement dans lequel l'artefact sera utilisé	Au début du cycle de conception
Jeux de rôle, mise en scène et simulations	Évaluation des conceptions alternatives et obtention d'informations supplémentaires sur les besoins et attentes des utilisateurs ; évaluation du prototype	Au début et au milieu du cycle de conception
Tests d'utilisabilité	Collecte de données relatives aux critères d'utilisabilité mesurables	À la fin du cycle de conception
Interviews et questionnaires	Collecte de données qualitatives relatives à la satisfaction de l'utilisateur avec l'artefact	À la fin du cycle de conception

Tableau 2. *Prise en compte de l'utilisateur au cours du processus de conception (Preece & Rogers, 2007)*

Dans le domaine du sport de montagne, quelques études se sont intéressées au point de vue des utilisateurs en s'inscrivant dans ce courant. Les travaux de Doré, Pailhes, Fischer et Nadeau (2007) l'intègrent grâce à un outil d'analyse sensorielle pour la conception de ski parabolique en cherchant notamment à définir la liaison entre un besoin perçu par l'utilisation et les paramètres de conception. Ces études marquent le potentiel heuristique de l'analyse de l'usage. Néanmoins, développer du matériel à partir d'une approche de conception principalement centrée sur des critères d'usage et non sur l'utilisation en situation réelle présente le risque d'être inadapté pour les utilisateurs (Norman, 2004 ; Poizat, Haradji, & Seifert, 2011). Ceci a amené différents auteurs à plaider pour une démarche de conception centrée sur l'expérience (e.g., Guérin, Laville, Daniellou, Durrafourg, & Kerguelen, 1997 ; Hembrooke & Gay, 2004 ; Paquette, Léonard, Lundgren, Mihaila, & Gareau, 2006 ; Savioja, Liinasuo, & Koskinen, 2014 ; Theureau & Filippi 1994 ; Zouinar, Salembier, & Darcy, 2010).

Prise en compte de l'expérience des utilisateurs

L'expérience comme objet d'analyse

Evaluer l'utilisabilité par un ensemble de critères liés à la satisfaction et à la performance n'est pas suffisant pour comprendre les modalités d'utilisation des outils en situation réelle. Ceci est démontré par l'apparition de situations paradoxales où certains critères de performances sont satisfaits alors que le dispositif sera jugé peu satisfaisant par les utilisateurs. Il est alors important de repenser l'évaluation de l'utilisabilité en prenant en compte l'expérience vécue des utilisateurs et non plus uniquement leurs appréciations et leurs évaluations sur des critères prédéfinis. C'est la notion de « *user experience design* » (e.g., Garette, 2010 ; Hassenzahl, Law, & Hvannberg, 2006) qui permet de faire évoluer celle de « *user centered design* » initialement proposée dans la conception informatique.

Ce concept prend en compte le contexte d'utilisation pour évaluer l'utilisabilité en situation réelle. À ce titre, Cahour et al. (2007) questionnent les différents types d'évaluation de l'utilisabilité et retiennent que les évaluations centrées « utilisateurs » apparaissent comme pertinentes pour étudier les réactions réelles des utilisateurs dans la mesure où elles ne s'arrêtent pas à une approximation de l'activité mise en œuvre en situation réelle. L'idée de conception basée sur l'analyse de l'expérience se démarque comme étant une approche intéressante au regard de cette remarque et oriente notre travail. Malgré tout, la notion d'expérience est peu stabilisée. Kuutti (2010) note l'absence d'une définition claire et communément partagée concernant *the User-Experience design*. Ce n'est pas le cas pour ce travail de thèse où nous mobiliserons le concept d'expérience à l'aide d'un objet théorique bien défini. De notre point de vue, il semble que les différentes utilisations d'un outil modifient l'expérience vécue de l'utilisateur. Cette réflexion plus profonde sur le rôle de l'objet est partagée par certains auteurs (e.g., McCarthy, Wright & Cooke, 2004) qui développent, non plus une prise en compte de l'expérience dans le processus de conception mais une approche expérientielle de la conception où l'objectif est de faire verbaliser les acteurs sur l'expérience de l'utilisation. À titre d'exemple, Cahour et al. (2007) se basent sur une méthodologie d'entretien d'explicitation (Vermersch, 1994). Ce courant, qui vise à dépasser la référence aux modèles classiques du traitement de l'information, comme le souligne Rogers (2004), s'exprime dans le champ de la recherche en ergonomie du sport par de plus en plus d'études qui se réfèrent aux approches expérientielles (Clifton et al., 2011 ;

Poizat, Adé, Seifert, Toussaint, & Gal-Petitfaux, 2010). Ces approches centrées sur l'expérience fournissent des informations sur l'utilisation des objets en situation et tendent vers une nouvelle utilité-utilisabilité. L'utilisabilité est généralement définie comme une notion multidimensionnelle qui affecte l'expérience interactive d'un utilisateur avec un système. Elle intègre des éléments tels que la facilité d'apprentissage, le niveau d'efficacité, la fréquence d'erreur et la satisfaction subjective. Cette utilisabilité sert d'antécédent causal pour l'utilité (Le Coadic, 1997), l'utilité étant l'adéquation entre la finalité de l'objet et le but de l'utilisateur, pour une action et un environnement donnés (Tricot et al., 2003).

Cet élargissement des dimensions d'analyses habituellement utilisées dans le champ des études sur l'utilisabilité des dispositifs techniques s'est récemment traduit par l'apparition du label « *new-usability* » (Thomas & Robert, 2002) et par l'émergence d'un champ d'études centré sur « l'expérience de l'utilisateur » qui intègre des composantes cognitives, émotionnelles et sociales (Hassenzahl & Tractinsky, 2006). L'expérience des utilisateurs s'apparente aux conséquences de l'état interne d'un utilisateur, aux caractéristiques du système conçu et au contexte dans lequel l'interaction se produit (Hassenzahl & Tractinsky, 2006). Cet élargissement permet d'évaluer l'utilisation d'une technologie en considérant les processus cognitifs et affectifs. Certains auteurs pointent l'intérêt d'étudier la dimension subjective des processus cognitifs et émotionnels des utilisateurs par cette approche expérientielle basée sur la description du vécu par les utilisateurs (Cahour et al., 2007).

L'expérience utilisateur en sport

Ce courant prend forme dans les recherches sur les technologies de l'informatique et les technologies interactives, mais on ne trouve pas de références dans le champ sportif. De fait, si l'ergonomie de conception en sport se retrouvait assez bien dans l'approche classique de l'utilisabilité, le développement des approches dites de « l'expérience utilisateur », obligent l'ergonomie à se questionner sur sa place dans ce nouveau champ de recherche (Barcenilla & Bastien, 2010).

Mettre en œuvre une telle démarche dans le cadre de la conception de matériel sportif en prenant en compte ce que fait réellement le grimpeur in situ apporte comme exigence de reconnaître la nature particulière de chaque grimpeur dans une situation tout aussi particulière et qui lui est propre. Cet ancrage sur l'expérience réelle permet notamment de garantir que le matériel en cours de conception fournit une aide aux pratiquants. Dans cette perspective, c'est

l'expérience de l'acteur, et son « intelligence » des situations, qui sont considérées comme les éléments centraux de l'efficacité ou de la fiabilité du travail, et non le système conçu pour l'aider dans ce travail (dispositifs techniques, instructions, etc.). Une aide tire ainsi son intérêt ou son efficacité de la façon dont elle participe effectivement aux ressources de la situation, du point de vue de l'acteur (Saury, 2008).

Notre recherche s'inscrit dans cette perspective et nécessite de s'engager dans une analyse approfondie de l'activité considérée, afin de concevoir des aides pertinentes pour les transformations possibles de celle-ci.

L'ergonomie comme technologie

Les démarches de conception

Si l'ergonomie se définit comme une technologie, elle s'actualise au travers de démarches de conception. La conception d'un objet technique peut s'envisager selon quatre modes de relation au sein de la triade concepteur-objet technique-usagers/acteurs (Leblanc, 2012) : a) une approche accordant un primat au concepteur qui détermine à la fois l'objet et les usages, b) une approche qui implique les usagers/acteurs dans un processus de reconfiguration en retour de l'objet élaboré par le concepteur, c) une approche accordant un primat aux usagers qui reconfigurent l'objet à leurs mains, et d) une approche conférant à l'objet technique une réalité humaine qui contribue au processus d'individuation. Le risque de la première approche où les usages sont considérés comme négligeables est que la conception se centre totalement sur le dispositif technique à partir de la représentation des usagers que s'en font les concepteurs, ce qui donne l'illusion d'une « conception ergonomique » (Daniellou, 2007). La deuxième approche ergonomique, centrée sur l'utilisateur, est symétrique car elle rééquilibre le processus de conception en donnant du pouvoir aux destinataires qui deviennent du coup des concepteurs. La prise en compte des futurs usagers dans la conception technique passe par la détermination de leurs compétences et de leurs comportements imaginés ou réels à travers des méthodes d'investigation telles que l'approche de la *I-methodology* qui se rapproche d'un modèle d'observation participante (Akrich, 1995). À noter que les approches ergonomiques centrées sur l'utilisateur (*user-centered-design*) que nous avons présentées précédemment partent de l'idée que ce sont les opérateurs qui détiennent « *l'expertise de l'usage* » et non les concepteurs (Béguin, 2007). La troisième

approche, « orientée usager et sur les usages », issue des travaux sur la technique de Simondon (1958/2012) et de Latour (1991), accordent un primat aux usagers en se focalisant sur le sens qu'ils confèrent aux objets techniques utilisés. Dans la dernière approche, le mode d'existence de l'objet technique dans la relation qu'il établit avec la pensée humaine est central. Les usages sont pris en compte, mais à l'intérieur de l'objet technique en relation avec ses exigences fonctionnelles internes. Cette organisation contribue à rendre l'objet concret. C'est donc l'objet technique qui s'adapte à son milieu, l'acteur faisant partie du système technique. C'est une concrétisation de l'objet (Guchet, 2014, 2005).

En faisant ce choix de conception centrée sur l'expérience, nous définissons alors le regard que nous portons sur la technologie. En effet, le fait de penser la conception comme devant être orientée sur les usagers et les usages impose d'avoir un point de vue sur la technique, la technique étant constitutive de l'expérience. La partie suivante s'attache à : a) définir un programme de recherche technologique ainsi que la théorie de la technique qui le fonde et b) définir le programme de recherche empirique support et ressource pour l'analyse de l'activité.

IV. Le programme de recherche empirique du cours d'action

Ce chapitre présente la notion de programme de recherche et sa spécification en sciences sociales qui se constitue empiriquement autour de l'activité humaine et qui s'expande au domaine de la technologie par la conception en sport. Le noyau de ce programme se constitue, dans le cadre de notre approche, du postulat « d'énaction » (Maturana & Varela, 1994 ; Varela, 1989a, 1989b ; Varela, Thompson, & Rosch, 1993) et de « conscience pré-réflexive » (Theureau, 2006). Il spécifie également les principes de constitution des observatoires pour l'analyse et la conception en lien avec le « cadre théorique sémiologique » dans lesquels se déploient les travaux de recherche empirique rattachés à ce programme (Theureau 2009, 2006, 2004).

1. La notion de programme de recherche

Dans cette partie, nous présentons la méthodologie des programmes de recherche de Lakatos (Lakatos 1994, 1970 ; Worrall & Currie, 1978) et ses apports pour la construction de notre recherche. Sa pensée renouvelle et complète celle de Popper (1978). Il cherche à rendre compte rationnellement d'une certaine continuité de la science grâce à la notion de programme de recherche. Notre objectif est double. Il s'agit d'une part de préciser la nature des programmes de recherche et de les situer par rapport aux thèses épistémiques classiques, puis de présenter le programme de recherche empirique « cours d'action » et de préciser un programme de recherche technologique.

Contexte épistémologique

Afin de mieux comprendre le contexte dans lequel Lakatos a élaboré la notion de programmes de recherche et ses liens avec les autres courants épistémologiques, nous présentons succinctement les différentes logiques de la découverte qu'il introduit (Lakatos, 1978) avant d'exposer sa méthode.

La conception de la science selon Popper (1978) s'appuie principalement sur le concept de réfutabilité pour démontrer son caractère constamment falsifiable. Lakatos (1978) distingue deux variantes de falsificationnisme : dogmatique et méthodologique.

Le falsificationnisme dogmatique considère que les théories doivent être faillibles pour être scientifiques : il doit exister une base empirique. Un énoncé singulier, c'est-à-dire une observation, doit au moins pouvoir contredire un énoncé universel c'est-à-dire une théorie. Si une observation contredit la théorie, elle doit être abandonnée. La réfutation implique le rejet. Cependant, il y a une certitude de la base empirique, les méthodes d'observation ne sont pas remises en cause : une observation a le pouvoir de falsifier une théorie.

Le falsificationnisme méthodologique rompt avec cette certitude et considère désormais que la base empirique est faillible. Pour cela, le chercheur doit prendre plusieurs décisions pour préciser d'une part sa base empirique et, d'autre part, ses critères de réfutabilité. Le falsificationnisme méthodologique se distingue du falsificationnisme dogmatique en ce sens que la réfutation n'implique pas automatiquement le rejet. Le chercheur doit dans un premier temps déterminer sa base empirique, et ensuite construire ses critères de réfutation. Il signale ainsi que le chercheur doit prendre deux décisions pour structurer son observation du réel. En ce sens, la « base empirique » est construite par le chercheur alors que pour les falsificationnistes dogmatiques, le réel s'impose au chercheur de manière immédiate et universelle. Dans la perspective dogmatique, l'observation de la réalité ne pose pas de problème. La limite essentielle de cette approche est qu'elle ne conçoit pas le développement de la science. Une fois la théorie réfutée et rejetée, elle ne donne pas d'indications au chercheur sur la démarche à suivre. Il faut donc réformer le falsificationnisme méthodologique naïf afin de tenir compte de l'existence d'une succession de théories. Il s'agit du falsificationnisme méthodologique sophistiqué. Le passage d'une version naïve à une version sophistiquée permet deux avancées significatives : a) une conception dynamique de la science où ce n'est pas une théorie qui est évaluée de manière isolée mais une série de théories et b) une réévaluation du rôle de l'expérience. La falsification n'entraîne le rejet d'une théorie que si « *le prétendu exemple de réfutation devient l'exemple de confirmation d'une théorie nouvelle et meilleure* » (Lakatos, 1994, p. 47).

Présentation des programmes de recherche de Lakatos

Lakatos (1994, 1970) étudie les séries de théories dans leur ensemble, et non plus comme une somme de théories. Il va donc chercher à comprendre ce qui sous-tend l'évolution des théories d'une même série. C'est ce principe invariant d'une série qu'il appelle « noyau dur ». Une série de théories avec un même noyau dur constitue un programme de recherche.

La méthodologie des programmes de recherche se structure grâce :

— au noyau dur : il caractérise le programme de recherche et constitue une base infalsifiable déterminée « *par décision méthodologique de ses partisans* » (Lakatos, 1994, p. 64). Lakatos accepte que le noyau dur comprenne des énoncés universels ou même métaphysiques ;

— au glacis protecteur : il décrit une ceinture protectrice autour du noyau dur afin de le protéger de toute falsification ou remise en cause. Il est constitué d'hypothèses auxiliaires réfutables et de présupposés théoriques, que le chercheur s'autorise à modifier pour tenir compte d'anomalies ;

— aux heuristiques : la méthodologie de Lakatos est fondée sur deux heuristiques, l'une négative et l'autre positive. La première maintient inchangé le noyau dur au cours du développement du programme. La deuxième, l'heuristique positive constitue un processus d'élaboration et de développement des hypothèses auxiliaires. Il insiste sur le caractère endogène de l'heuristique positive. En effet, elle « *consiste en un ensemble de suggestions ou d'allusions partiellement articulé qui indique comment changer et développer les variantes réfutables du programme de recherche, comment modifier et raffiner le glacis protecteur réfutable* » (Lakatos, 1994, p.66). Il insiste bien, comme Popper, sur la nécessité de séparer les phases de construction théorique et d'expérimentation (Lakatos, 1970) et considère que le théoricien doit se baser exclusivement sur le noyau dur et l'heuristique positive de son programme pour progresser : « *Dans la plupart des cas, nous n'avons pas besoin de réfutations pour savoir que la théorie a grand besoin d'être remplacée : l'heuristique positive du programme, de toute façon, nous entraîne de l'avant* » (Lakatos, 1994, p. 90). Ainsi le théoricien se doit de continuer ses recherches, même en cas d'anomalies signalées par l'expérimentateur. En effet, pour lui, « *l'une des choses les plus importantes que nous apprennent l'étude des programmes de recherche est qu'il est relativement peu d'expérimentations qui comptent vraiment* » (Lakatos, 1994, p. 90). De ce fait, le programme de recherche définit deux critères de scientificité. L'un basé sur le pouvoir heuristique et

l'autre sur la capacité de croissance du programme. De plus, nous adoptons dans cette thèse les critères de scientificité définis par Theureau (2006) complétant et explicitant les propositions de Lakatos : a) « *littéralisation de l'empirique* ⁶ » (il s'agit de modéliser l'activité et l'expérience humaines, ainsi que les processus liés à la dynamique de cette activité et de cette expérience), b) « *réfutabilité* », et c) « *une relation organique (ou de détermination réciproque) avec une technique* ». Ce troisième critère est important parce qu'il implique un positionnement de la recherche par rapport à la technique et la technologie. Cette question a été abordée en profondeur par Theureau (2006) dans la perspective de programmes, notamment d'anthropologie⁷ et d'ergonomie cognitives, c'est-à-dire dans une visée de conception de situations de travail ayant pour objectifs principaux la performance, la santé et la sécurité des individus, et s'organisant en un programme technologique dont il a précisé les composantes et les critères de validité. Ces critères sont : « *efficacité technico-organisationnelle-culturelle* », « *relation organique avec une (ou plusieurs) science(s) empirique(s)* », relation à des valeurs explicites (Durand, 2008).

2. L'anthropologie cognitive située comme programme de recherche empirique

Le concept de programme scientifique dû à Lakatos (1994) a montré sa pertinence en sciences sociales (Giard, 1994) mais il faut noter que cette notion épistémologique de « programme de recherche » est loin d'être triviale aujourd'hui. Dans la littérature internationale en matière d'activité, de cognition et de conscience, on ne trouve de référence à cette notion que dans peu d'ouvrages philosophiques (e.g., Chemero, 2009). Cependant, il existe une triade articulée des notions de paradigme, méthode et théorie (qui constitue l'essentiel de la notion de programme de recherche), dans diverses recherches innovantes (Weber, 2013).

⁶ La précision d'objets théoriques constitue le premier mouvement de « littéralisation de l'empirique » (Theureau, 2004) propre à toute théorie scientifique visant l'élaboration de descriptions et de modèles falsifiables par les données empiriques.

⁷ Theureau parle d'anthropologie cognitive située ou culturelle énaïve par distinction avec les approches classiques de l'anthropologie qui ne postulent pas une co-détermination de l'action et de la situation. La formulation condensée d'anthropologie cognitive située (Theureau, 2004) permet également de rassembler à la fois l'orientation anthropologique et son inscription dans le cadre théorique de la cognition située.

Nous ferons alors le choix d'appuyer nos travaux sur le programme de recherche empirique dit « du cours d'action » dont les emprunts multiples se trouvent dans l'énaction (Maturana & Varela, 1994 ; Varela, 1989a, 1989b ; Varela, Thompson, & Rosch, 1993), l'anthropologie ou l'ethnographie cognitive (Hutchins, 1995 ; Lave, 1988 ; Suchman, 1987), l'ergonomie de langue française (Amalberti, de Montmolin, & Theureau, 1991 ; Daniellou, 2005, 1996 ; Wisner, 1995) et la phénoménologie (Husserl, 1964 ; Merleau-Ponty, 1962 ; Sartre, 1960) et dont la systématisation la plus récente a été présentée par Theureau (2009, 2006, 2004). Il se présente actuellement comme un programme de recherche empirique générique sur l'activité humaine dont certaines spécifications participent à la formation de programmes de recherche empiriques et technologiques dans des domaines sociotechniques variés (travail, usage de produits, conception, sport, éducation, musicologie, etc.). Ces programmes favorisent ainsi les croisements entre ces particularités disciplinaires au-delà des cloisonnements sociotechniques. Nous développerons ici les spécifications du programme de recherche scientifique du cours d'action en décrivant ses bases épistémiques et théoriques constituant ce que l'on peut appeler le noyau dur et stable de notre recherche.

Hypothèses ontologiques sur l'activité humaine

L'énaction

Il faut préciser les hypothèses de substance (ontologiques, c'est-à-dire portant sur la nature des choses) du programme de recherche empirique « cours d'action » et leurs différences avec d'autres sortes d'hypothèses. Ce sont ces hypothèses de substance qui, avec les hypothèses de connaissance (ou épistémologiques) associées, fixent l'intérêt et les limites d'un programme de recherche empirique quelconque, du fait qu'elles ne peuvent être réfutées ou non par les données empiriques qu'elles permettent de recueillir. Le programme de recherche empirique cours d'action repose d'abord sur la conjonction de deux hypothèses de substance (Theureau, 2006) qui sont l'hypothèse de l'énaction, proposée par Maturana et Varela (1994) et Varela (1989a, 1989b) et l'hypothèse de la conscience pré-réflexive, issue, moyennant transformation et surtout conjonction avec l'hypothèse de l'énaction, de l'œuvre philosophique de Sartre (Legrand, 2007a, 2007b ; Mouillie, 2000).

Le postulat d'énaction est issu des sciences de la vie et de la cognition. Il dérive de celui d'autopoïèse (Maturana & Varela, 1994). À la différence des machines cybernétiques

fabriquées par l'homme et qui produisent des actions ou des objets, les systèmes vivants ont la particularité de produire aussi leur propre organisation. Leur existence et organisation ne sont pas établies par ailleurs et préalablement à leur activité, mais tiennent à leur fonctionnement même : ils s'autoproduisent. L'autopoïèse désigne cette organisation circulaire ou circularité autoréférentielle. Pour Thouvarecq (2010), le point nodal de leur proposition, à travers l'énaction, concerne justement ce rejet de la réduction de l'activité cognitive à la computation de symboles représentant un monde préexistant. Cette évolution vers une conception de l'activité humaine dans laquelle le sujet et l'environnement sont asymétriquement couplés dans un système autopoïétique (Varela, 1989), c'est-à-dire qui se produit et se maintient lui-même, s'oppose à un système allopoïétique qui, lui, se construit à partir d'éléments qui viennent de son extérieur. Pour Maturana et Varela (1994), la capacité des systèmes vivants à engendrer et spécifier leur organisation dans leurs rapports avec l'environnement, par un processus incessant de remplacement de leurs composants résultant de leur propre pulsation de vie, et compenser ainsi les perturbations provenant de cet environnement, constitue une propriété fondamentale dont la prise en compte doit guider l'approche scientifique du vivant. Le maintien de l'organisation du système ne signifie pas une absence de transformations de ce système : à chaque instant la dynamique de cette circularité autoréférentielle s'accompagne de transformations non de l'organisation (qui est invariante), mais de la structure du système (c'est-à-dire de ses formes successives liées aux modifications du réseau des relations entre ses éléments constitutifs).

Le couplage structurel

Selon l'hypothèse de l'énaction, l'activité cognitive ou cognition au sens le plus large d'un acteur (c'est-à-dire l'ensemble de l'activité d'un acteur comme donnant lieu à la création et/ou la manifestation d'un savoir quel qu'il soit à chaque instant) consiste en une dynamique de son couplage structurel avec son environnement (Varela (1989), ou encore en une succession ou un flux (selon qu'on mette l'accent sur leur discontinuité ou sur leur continuité) d'interactions asymétriques entre cet acteur et cet environnement. En ce sens, le principe de l'énaction permet de prendre en compte la dimension temporelle complexe de l'activité humaine (avec la notion de couplage dans l'action qui se déroule) et le rôle de la technique et de la culture dans cette activité humaine (avec la prise en compte de l'environnement comme intégrant ces dimensions). Ces interactions sont asymétriques au sens où l'organisation

interne de cet acteur à chaque instant sélectionne ce qui, dans l'environnement, est susceptible de le perturber et façonne la réponse qu'il peut apporter à cette perturbation, réponse qui transforme conjointement cette organisation interne et cet environnement dans le cas où il y a production d'un comportement. Cette organisation interne de chaque instant hérite ainsi de l'activité passée de l'acteur. Elle est également anticipatrice, c'est-à-dire qu'elle sélectionne avec une certaine avance ses perturbations et ses réponses possibles. Cela confère à l'activité humaine une organisation temporelle complexe, synchronique et diachronique (Theureau, 2006). Ainsi, l'asymétrie des interactions entre l'acteur et l'environnement, combinée au caractère anticipé de l'organisation interne de cet acteur à chaque instant a pour conséquence épistémologique le fait qu'il est, a priori, impossible de connaître l'activité cognitive d'un acteur de l'extérieur.

L'autonomie du système

D'un point de vue méthodologique, cela impose de mettre en œuvre un recueil de données d'observation et d'enregistrement du comportement. L'idée fondamentale est donc que le système formé par un acteur et son environnement constitue ce que Theureau (2004) appelle un système autonome, ou encore opérationnellement clos. Cette idée d'autonomie des acteurs conduit à aborder l'activité humaine comme à la fois cognitive, autonome, incarnée, située, à la fois individuelle et collective (individuelle-sociale), techniquement constituée, cultivée et vécue, en prenant toutes ces caractéristiques hypothétiques au sens fort :

- cognitive, car une notion de savoir est nécessaire pour en rendre compte en termes à la fois de manifestation de savoir et de constitution de savoir (Theureau, 2010) ;

- autonome (ou opérationnellement close) (Varela & Bourguin, 1992), car elle consiste en une dynamique de couplage structurel, c'est-à-dire d'interactions asymétriques, entre un acteur et son environnement (autres acteurs inclus), c'est-à-dire d'interactions avec ce qui, dans cet environnement, est sélectionné comme pertinent pour l'organisation interne à chaque instant de l'acteur considéré, interactions dont le contenu lui-même est pertinent pour cette même organisation interne à chaque instant ;

- incarnée, car toute séparation entre corps/esprit et perception/action est réfutée (James, 1912/2005). De fait, les processus sensoriels, moteurs et cognitifs forment un tout indissociable. Il est alors important de prendre en compte les liens de co-définition entre l'action et la cognition (Clark, 1997 ; Varela, 1979), entre l'action et la perception (e.g.,

Gibson, 1979), ainsi que l'idée selon laquelle la compréhension des phénomènes de la cognition nécessite la prise en compte des composantes émotionnelles (Damasio, 1994) ;

— située dynamiquement (Suchman, 1987) dans un monde où existent d'autres acteurs et des artefacts, car ce monde, ces autres acteurs et ces artefacts participent à cette activité pour autant qu'ils sont pertinents pour l'organisation interne de l'acteur considéré, ce qui fait que l'activité individuelle est en fait individuelle-sociale et techniquement constituée. L'activité est donc indissociable du contexte dans lequel elle prend forme ;

— cultivée, car l'activité est située culturellement, c'est-à-dire non séparable d'une culture (Malinowski, 1989). Les caractéristiques culturelles de la situation contribuent ainsi à façonner l'activité pour autant qu'elles soient pertinentes pour l'acteur (e.g., Lave, 1988) ;

— vécue, car elle donne lieu à une expérience pour l'acteur et est envisagée comme une construction permanente de significations (e.g., Dourish, 2001 ; Theureau, 2004). Une notion de conscience est alors nécessaire pour rendre compte de l'activité et, selon la formule de Lachaux et Le Van Quyen (2004), « *la conscience est une propriété émergente du couplage* ». On entend par conscience la conscience pré-réflexive.

Ces présupposés ont des conséquences importantes sur la manière d'appréhender l'activité des glaciéristes dans le cadre de notre démarche de conception de matériel de progression. Il s'agit de prendre en compte le caractère indissociable, dynamique, indéterminé et signifiant de l'activité humaine. La réalisation d'une escalade sur cascade de glace est donc appréhendée comme un tout indissociable où les dimensions motrices ne sont pas séparées des dimensions cognitives, des dimensions émotionnelles, des dimensions physiologiques, des caractéristiques biomécaniques, ou encore de la technique. Une ascension sur une cascade de glace est un engagement singulier, une dynamique de construction de significations, des sensations, des émotions formant un tout donnant à l'expérience pour le glaciériste. L'activité des glaciéristes doit également être considérée comme située dans un instant et un contexte précis (e.g., conditions climatiques, densité et température de la glace). L'environnement matériel et naturel joue notamment un rôle de « *partenaire* » (Quéré, 1997) et constitue une ressource pour les glaciéristes.

La conscience pré-réflexive

Le postulat de conscience pré-réflexive caractérise l'idée que l'activité humaine s'accompagne d'un vécu donnant lieu pour une part à une expérience (Theureau, 2006, 2004).

On fait alors l'hypothèse que l'activité est à chaque instant accompagnée d'une conscience pré-réflexive qui ne se surajoute pas mais qui est consubstantielle de l'activité (Goudeaux, Stroumza, & Durand, 2008 ; Theureau, 2006).

Nous nous intéresserons au niveau pré-réflexif de l'expérience qui caractérise une modalité particulière de vécu, constitutive de l'activité. Il s'agit de la familiarité de l'acteur à lui-même et de « sa présence à soi » en continu, qui accompagnent le flux de son activité. Ainsi, l'expérience d'être en train d'escalader ne constitue pas une action nouvelle distincte de celle d'escalader. Cette présence de l'acteur à son activité est l'expérience partielle de son couplage structurel, que Theureau (2006) caractérise comme son effet de surface. Cette notion signifie qu'il ne s'agit ni d'un effet dans l'environnement, ni d'une activité autre comme dans le cas d'une prise de conscience (Piaget, 1974), qui suppose un arrêt de l'action en cours et une nouvelle action prenant la première comme objet, ainsi qu'une reconstruction au plan de la représentation des mécanismes intimes de l'action première. La prise de conscience est une action délimitable et repérable dans le continuum d'activité de l'acteur qui s'accompagne potentiellement d'une conscience pré-réflexive c'est-à-dire de « faire l'expérience que l'on est en train de prendre conscience d'une action passée ». En résumé, la conscience pré-réflexive est considérée comme une composante de l'activité qui est exprimable (dans les conditions favorables que nous allons évoquer dans la partie suivante), continue (l'acteur y accède potentiellement à chaque instant), concomitante (elle n'interrompt pas le flux de l'activité) et partielle (toute l'activité ne fait pas expérience) (Durand, 2008).

Objets théoriques pour l'étude de l'activité

La précision d'objets théorique constitue le premier mouvement de littéralisation de l'empirique (Theureau, 2004) propre à toute théorie scientifique visant l'élaboration de descriptions et de modèles falsifiables par les données empiriques. Dans le programme du « cours d'action », il s'agit de modéliser l'activité et l'expérience humaine, ainsi que les processus liés à la dynamique de cette activité et de cette expérience. L'approche scientifique de phénomènes aussi complexes que ceux liés à « l'activité » ou à « l'expérience » humaines suppose nécessairement une réduction de ces phénomènes à des objets théoriques empiriquement étudiables, selon deux critères de pertinence (Saury, 2008). D'une part, ces objets théoriques doivent permettre la description d'un niveau d'organisation de l'activité (ou de l'expérience) humaine suffisamment autonome par rapport aux autres niveaux

d'organisation pouvant donner lieu à d'autres explications scientifiques, et d'autre part, ils doivent pouvoir être « mis à l'épreuve » des données empiriques selon des modalités explicites, contrôlables, et rendant à la fois possible la « résistance » de ces données, et la contestation scientifique.

Différents niveaux de description de l'activité humaine peuvent ainsi être considérés, chacun ayant leur propre cohérence et leur propre intelligibilité : a) l'activité humaine comme histoire de la conscience pré-réflexive (ou expérience) à chaque instant, b) l'activité humaine comme histoire de l'activité donnant lieu à expérience (mais intégrant la relation avec ses effets et contraintes), et c) l'activité humaine comme histoire du couplage structurel entre un acteur et son environnement. Ces trois niveaux de description correspondent aux quatre objets théoriques du programme du « cours d'action » : le cours d'expérience, le cours d'action, le cours d'in-formation et le cours de vie relatif à une pratique (Theureau, 2006). Le cours d'in-formation fera l'objet d'une description particulière dans le cadre de l'étude 3 et le cours de vie d'une description dans l'étude 2.

Ainsi, le cours d'expérience (ou cours d'expérience individuel-social) est « *la construction de sens pour l'acteur de son activité au fur et à mesure de celle-ci, ou encore l'histoire de la conscience pré-réflexive de l'acteur, ou encore l'histoire de ce “montrable, racontable et commentable” qui accompagne son activité à chaque instant* » (Theureau, 2006, p. 48). Le cours d'expérience permet de documenter la compréhension du vécu de son activité par un acteur. Il s'agit de l'objet théorique premier qui préside à tous les autres. On parlera de primat du cours d'expérience.

Le cours d'action (ou cours d'action individuel-social) quant à lui, désigne la mise en relation entre le cours d'expérience et un ensemble de contraintes et d'effets extrinsèques. Il peut s'agir de contraintes, d'effets ou d'éléments relatifs à l'état de l'acteur, à sa situation ou à sa culture, en partie partagée avec d'autres acteurs (même si le cours d'action partagé n'est pas l'objet de notre recherche). Il s'agit alors de l'activité significative d'un acteur qui est engagé par son action dans un environnement (physique, social et culturel). Le fait que cette activité soit significative, c'est-à-dire pré-réflexive, lui confère son statut de « *montrable, racontable et commentable par lui à tout instant de son déroulement* » (Theureau, 2006, p. 46). La description du cours d'action constitue ainsi un niveau d'analyse de l'activité plus englobant que celle du cours d'expérience, puisqu'elle dépasse la simple description de la construction du sens de son activité par l'acteur, pour tendre vers une description plus

complète de la relation de cette construction de sens avec le corps, la situation et la culture de l'acteur.

Hypothèses de connaissance et observatoire de l'objet « cours d'expérience »

Les hypothèses de connaissance portent sur l'observatoire de l'objet théorique « cours d'expérience ». Elles définissent les outils et procédures d'étude de cet objet. Elles correspondent à la théorie rudimentaire de la façon dont on recueille les données (Ericsson & Simon, 1993). Elles concrétisent les hypothèses de substance en définissant les fondements théoriques du dispositif de recueil des données. Ces hypothèses sont au nombre de trois.

Le recueil des traces de l'expérience

La première hypothèse porte sur le recueil de traces d'expérience dans le cours de son accomplissement naturel. Cette hypothèse postule que le recueil de traces d'expérience crée une nouvelle situation qui ne modifie pas l'expérience en cours d'une façon significative moyennant certaines conditions. Cette hypothèse supporte l'idée qu'il est possible de recueillir des traces de l'expérience sans interférer sur son déroulement ou modifier de façon significative l'expérience en cours.

La seconde hypothèse porte sur la situation de recueil des données de l'expérience. Elle postule que cette situation de recueil des données de l'expérience modifie l'expérience future que l'acteur expérimentera. Cette hypothèse supporte l'idée que l'expérience qui consiste à montrer ou raconter son expérience passée a des effets sur l'expérience future en la transformant moyennant des conditions dans lesquelles cette situation est organisée. En effet, selon l'hypothèse de la conscience pré-réflexive, a) un acteur humain peut à chaque instant, moyennant la réunion de conditions favorables, montrer, mimer, simuler, raconter et commenter son activité à un observateur-interlocuteur, b) cette possibilité de montrer, mimer, simuler, réciter et commenter constitue un effet de surface des interactions asymétriques entre cet acteur humain et son environnement et de leur organisation temporelle complexe. Lorsque cette possibilité est actualisée d'une façon ou d'une autre, on peut parler d'expression de la conscience pré-réflexive. Ce n'est pas le seul langage qui participe à cette expression de la conscience pré-réflexive, ou encore, c'est un langage à la fois situé et incarné, un langage de l'ensemble du corps en situation de l'acteur. Si l'on parle à ce propos de « *l'activité comme montrable, mimable, simulable, racontable et commentable* » (Theureau, 2006), c'est parce

que raconter et commenter son activité en situation implique pour un acteur l'usage de désignations d'éléments de l'environnement (gestes), le mime de gestes accomplis ou à accomplir par lui-même, la simulation de gestes accomplis ou à accomplir par d'autres acteurs. D'où la formulation d'activité comme montrable, mimable, simulable, racontable et commentable et d'activité comme donnant lieu à conscience pré-réflexive qui définissent les objets théoriques « cours d'action » et « cours d'expérience » et ses limites relativement à l'ensemble de l'activité d'un acteur que nous décrirons ultérieurement.

Ce sont les données produites par cette expression de la conscience pré-réflexive qui permettent de connaître l'activité au niveau où elle est significative pour l'acteur « de l'intérieur », c'est-à-dire en respectant l'asymétrie des interactions avec l'environnement qui la constitue, pour autant qu'elle donne lieu à conscience pré-réflexive.

L'autoconfrontation comme composante de la recherche

La troisième hypothèse porte sur la situation d'autoconfrontation. Elle postule que la situation d'autoconfrontation, recueillie in situ au travers des enregistrements vidéo par exemple, est une nouvelle expérience énoncée par les traces de l'activité passée (Barsalou, 1999). Cette nouvelle expérience a des liens de familiarité avec celle vécue précédemment. Cette hypothèse nécessite que la situation d'autoconfrontation respecte un certain nombre de principes contractuels entre le chercheur et l'acteur. Il s'agit de respecter l'authenticité de la situation, de favoriser l'explicitation et de comprendre l'acteur.

Le mot « autoconfrontation » recouvre des pratiques très diverses. Ce terme décrit la situation d'un sujet confronté à l'enregistrement de sa propre activité pour se remettre dans le contexte de l'expérience passée afin d'être interrogé à propos de cette dernière. Nous précisons ici les principes d'une méthode d'autoconfrontation développée dans le cadre du programme de recherche empirique en anthropologie cognitive et technologique en ergonomie. C'est Von Cranach qui a réellement introduit la méthode d'autoconfrontation en relation avec une théorie portant sur un objet théorique d'étude de l'activité humaine : la théorie de l'action dirigée vers un but (Von Cranach, 1982). Le développement de l'entretien d'autoconfrontation au sein du programme de recherche cours d'action, sur la base de la méthode de Von Cranach (1982), s'appuie sur la composante du noyau de ce programme de recherche, qui structure l'activité en signe hexadique (Theureau, 2006). L'autoconfrontation vise ce qui dans l'activité est « *pré-réflexif, c'est-à-dire montrable, racontable, commentable*

à tout instant par l'acteur à un observateur-interlocuteur » (Theureau, 2000, p.184). L'entretien d'autoconfrontation ainsi conçu constitue un moyen détourné de documenter l'expérience ou conscience pré-réflexive ou compréhension immédiate de son vécu de l'acteur à chaque instant de son activité. De ce fait il joue un rôle essentiel dans la documentation de nos objets théoriques articulés : le cours d'expérience et à travers lui, le cours d'action et le cours d'interaction. C'est donc un examen différé de la dynamique du couplage structurel de l'acteur et de sa situation qui inclut évidemment les autres acteurs (Varela, 1989b). Cet entretien est assisté conjointement par des techniques de reproduction du comportement (la vidéo, mais aussi d'autres moyens comme la mise à disposition des outils de l'action dans nos études) et par le chercheur à la fois comme observateur et interlocuteur. Ainsi conçu, l'entretien d'autoconfrontation peut être complété par d'autres méthodes de verbalisation, notamment la verbalisation simultanée (lorsque cette dernière ne ruine pas l'activité), d'une part, afin de préparer ces entretiens d'autoconfrontation et les autres méthodes de verbalisation, d'autre part, afin de documenter la part de l'activité de l'acteur qui donne lieu à expérience, voire même l'ensemble de la dynamique du couplage structurel de l'acteur avec sa situation. D'autres méthodes peuvent être mises en œuvre. Dans notre cas il s'agira principalement de celles de l'anthropologie culturelle de terrain.

La situation d'autoconfrontation respecte un certain nombre de principes contractuels entre le chercheur et l'acteur. Il s'agit de respecter l'authenticité de la verbalisation de l'acteur, de s'inscrire dans une perspective d'aide technique comme par exemple aider l'acteur à expliciter son passé ou se re-situer mais aussi et surtout de comprendre l'acteur, c'est-à-dire d'avoir une culture minimale de la pratique, acquise par immersion dans le milieu afin d'accéder au vécu des sujets au niveau pré-réflexif. Par conséquent, cette méthodologie est construite comme une aide au retour et à la verbalisation de l'action visée. L'autoconfrontation repose alors sur des conditions matérielles, en plus des principes contractuels, qui contraignent le récit et le commentaire en empêchant qu'il ne soit une recomposition fabulatrice de l'activité (Theureau, 1992). L'un des moyens consiste à présenter à l'acteur, immédiatement après son action, un ou plusieurs enregistrements vidéo de son comportement pour lui demander de les commenter.

Un autre risque est que le sujet se fasse « piloter » (Cahour et al., 2007) par le flux d'images délivrées par l'enregistrement vidéo, de telle sorte qu'il se sente spectateur de sa propre activité. Le principal problème est que cela l'empêche de prendre le temps nécessaire

pour acquérir une mémoire vivante de la situation antérieure. On essaie alors de filmer l'activité du point de vue du sujet de sorte qu'il ne se voie pas, tout en lui proposant de toucher les piolets ou les objets de l'action afin qu'il ne se focalise pas uniquement sur une dimension visuelle mais sur plusieurs modalités sensorielles.

Ainsi, l'autoconfrontation est la méthode constituante et principale de l'observatoire de nos objets théoriques (évolutifs du cours d'action et d'expérience vers le cours d'information) qui sont en relation avec nos objets de conception (évolutifs, de la situation d'aide et de l'utilisabilité vers l'appropriation) et a pour visée la documentation de la conscience pré-réflexive, c'est-à-dire de l'expérience, à chaque instant de l'activité.

Cadre sémiologique : notions de signe hexadique et de structures significatives

Les hypothèses de substances et de connaissances que nous avons décrites imposent une méthodologie particulière. L'expression de la conscience pré-réflexive ne pouvant dans la plupart des cas s'effectuer à tout instant de façon développée sans bouleverser l'activité étudiée, les méthodes permettant cette expression reposent sur d'autres hypothèses qui sont des hypothèses de connaissance. Elles portent sur les conditions sociopolitiques, techniques, éthiques et dialogiques à réaliser (Theureau, 2011) pour que les monstrosités, mimes, simulations, récits et commentaires des acteurs pour les chercheurs, d'une part, constituent une expression, effective tout en étant partielle, de leurs consciences pré-réflexives durant cette activité étudiée.

Nous mobilisons un modèle générique de description du cours d'expérience, que Theureau (1992) baptise le cadre sémiologique. Le cadre sémiologique de description du cours d'expérience consiste en un ensemble articulé de catégories descriptives génériques à spécifier pour chaque famille de cours d'expérience, voire pour tout cours d'expérience particulier. Les notions de signe hexadique et de structures significatives fournissent respectivement des catégories pour l'analyse de l'organisation locale et de l'organisation globale du cours d'expérience. Le cadre d'analyse sémiologique du cours d'action se rattache à l'hypothèse de la pensée signe (Peirce, 1978), qui précise que l'homme pense et agit par signes. Selon Peirce, trois catégories sont nécessaires et suffisantes pour rendre compte de toute l'expérience humaine. Ainsi, le processus sémiotique est un rapport triadique entre a) un signe ou représentamen, b) un objet, et c) un interprétant. Theureau (2000), inscrit sa notion

de signe hexadique en relation avec les catégories fondamentales proposées par Peirce qui composent l'expérience globale d'un acteur.

Structures significatives

Un cours d'expérience se compose d'un enchaînement d'unités de cours d'expérience, dont le découpage rend compte de la succession des phénomènes significatifs de son activité pour l'acteur à chaque instant de son déroulement. Chacune de ces unités se rattache à un signe dit hexadique, car reliant entre elles six composantes, rendant compte du processus de construction et d'engendrement pas à pas de l'expérience de l'acteur. Les trois premières composantes (E, A, S) constituent la structure d'attente (Theureau, 2006) de l'acteur, qui délimite le champ des possibles de l'activité pour l'acteur à l'instant t :

— l'engagement dans la situation, c'est-à-dire la tension vers l'équilibre réalisée comme pure possibilité (noté E), traduit un principe d'équilibration globale des interactions de l'acteur avec sa situation à un instant donné. Il est constitué par le faisceau des préoccupations ou intérêts immanents à l'activité présente de l'acteur, et potentiellement actualisables dans la situation, compte tenu de l'histoire de son cours d'action passé. Il circonscrit donc un champ de possibles pour l'acteur à chaque instant appelé ouvert. L'engagement dans la situation « *est une pure possibilité en tant qu'elle est pour la conscience pré-réflexive à la fois ouverte et indéterminée mais circonscrite. On peut dire que c'est un principe d'ouverture/fermeture, et qu'il constitue une unité indifférenciée. L'engagement dans la situation est associé à une tonalité émotionnelle* » (Theureau, 2006, p. 290) ;

— l'actualité potentielle, ou structure d'anticipation, ou encore attentes (notée A), rend compte de ce qui, compte tenu de son engagement (E), est attendu (de façon plus ou moins déterminée, plus ou moins passive ou active) par l'acteur dans sa situation dynamique à un instant donné, à la suite de son cours d'action passé. « *La notion de Structure d'anticipation, ou Actualité potentielle A, traduit cette hypothèse d'une circonscription des anticipations de l'acteur par (E) parmi l'ensemble des anticipations issues de ses interactions passées. Cette notion insiste sur le rapport au futur* » (Theureau, 2006, p. 290) ;

— le référentiel, composé de types, de relation entre types et de principes d'interprétation (noté S) renvoie aux savoirs appartenant à la culture de l'acteur, qu'il peut mobiliser compte tenu de son engagement (E) et de ses attentes (A) à un instant donné ; ces savoirs résultent de processus de typicalisation et prennent la forme de types, relations entre

types et de principes d'interprétation. Ils ont pour origine un faisceau de ressemblances et différences entre les diverses expériences antérieures de l'acteur. « *La notion de Référentiel S traduit l'hypothèse d'une co-construction du corps et du monde propres dynamiques (ouverts) de l'acteur par les précédents et l'ensemble de l'expérience passée de l'acteur* » (Theureau, 2006, p. 292). Theureau précise également que le S rappelle que le Référentiel constitue le Savoir situé à l'instant t .

Les deux composantes suivantes constituent l'actualité de l'acteur à l'instant t :

— le représentamen (noté R) est ce qui, à un instant donné, « fait effectivement signe » pour l'acteur. Il consiste en un jugement perceptif, proprioceptif ou mnémonique. À un instant t , ce qui peut effectivement faire signe pour l'acteur est délimité par sa structure d'attente E-A-S. Le représentamen est un acte lié à une perturbation parce qu'il ne peut pas y avoir de saisie directe dans l'environnement dans le cadre éactif. « *Ce qui importe, c'est que la perception et les espaces perceptifs sont des spécifications opérationnelles de l'environnement, et non la saisie de caractéristiques intrinsèques de l'environnement* » (Varela, 1989b, p. 166). Proche de la notion de perturbation chez Varela (1989b), c'est une structure figure-fond qui « *entretient une relation avec la structure vision ambiante/vision focale, mais ne se limite pas à la vision. Elle concerne le résultat d'ensemble des systèmes sensoriels* » (Theureau, 2006, p. 294) ;

— l'unité de cours d'expérience (notée U) est la fraction d'activité pré-réflexive, autrement dit ce qui, de l'expérience de l'acteur à l'instant t , peut être « montré, raconté, commenté ». Ces unités de cours d'expérience peuvent être des actions pratiques, des communications, des focalisations, des interprétations ou des sentiments.

La dernière composante, l'interprétant, opère la transformation de l'activité c'est-à-dire le renforcement des habitudes de l'acteur, ou la création de nouvelles habitudes qui accompagne chaque unité de cours d'expérience (U) :

— l'interprétant (noté I) traduit le processus de construction, ou de validation-invalidation de savoirs inhérent au déroulement du cours d'expérience. Il conduit à l'élaboration de nouveaux types, relations entre types et principes d'interprétation, et/ou à leur validation-invalidation, à travers U. L'interprétant I est « *l'opérateur de la transformation des habitudes situées à l'instant t qui accompagne, selon nos hypothèses, toute Unité de cours d'expérience U, sachant que ces habitudes engagent à la fois l'acteur et son environnement et pas seulement l'acteur* ». Cela reprend une notion essentielle de l'Interprétant de Peirce, celle

de « *création d'une nouvelle habitude* » (Theureau, 2006, p. 297). L'interprétant est ce qui traduit une connaissance construite à l'instant t .

On saisit mieux les relations entre les composantes du signe grâce à la représentation graphique qu'en donne Theureau (2006) (figure 16). Il utilise les flèches pour signifier « sur fond de ». Ainsi, l'Actualité potentielle est sur fond de l'Engagement, le Représentamen est sur fond de l'Actualité potentielle et de l'Engagement, l'Interprétant I est constitué sur fond de toutes les autres composantes. Ce schéma précise les articulations entre les différentes composantes du signe qui sont discrétisées à partir d'un continuum. Il représente une unité élémentaire de cours d'expérience qui, lorsqu'elle est complète, construit un nouveau Référentiel S' associé à un nouvel Engagement E' et une nouvelle Actualité potentielle A'. Ce produit du premier signe, constitue les composantes du signe suivant qui lui-même construit les composantes E'', A'', S'' qui elles-mêmes constituent les composantes du signe suivant. Les concaténations des signes en tant qu'unités élémentaires du cours d'expérience rendent compte de l'expérience.

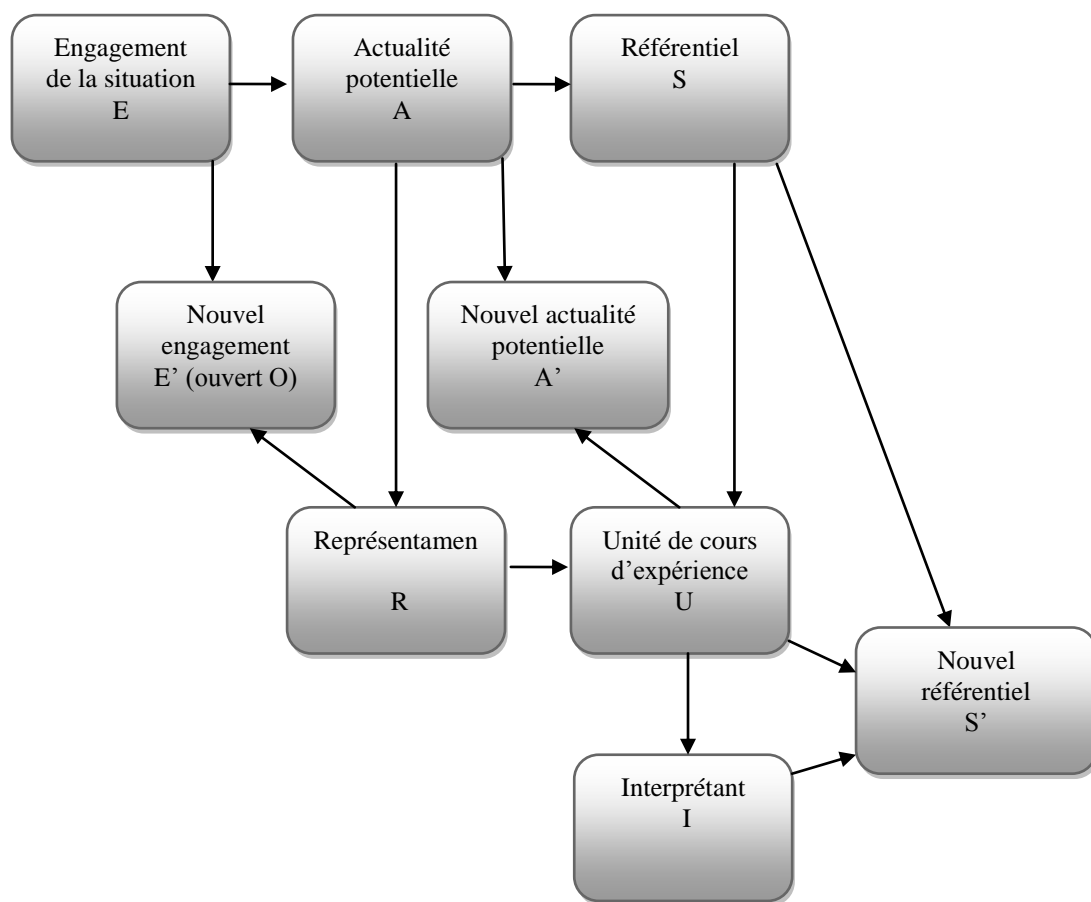


Figure 16. Représentation graphique des composantes du signe hexadique (Theureau, 2006)

De fait, la succession de ces processus permet de rendre compte du flux continu de l'activité tout en isolant des unités discrètes de construction de l'activité.

La notion de structure significative est complémentaire de celle de signe hexadique. La concaténation des signes hexadiques construit des structures significatives continues, discontinues et enchâssées, c'est-à-dire des unités plus larges de cours d'expérience, traduisant des préoccupations plus globales de l'acteur, éventuellement déjà ouvertes, ou en cours, à cet instant, et susceptibles de se prolonger dans l'activité future de l'acteur.

Ainsi, une structure significative donnée à t correspond à une continuité/discontinuité dans la transformation de l'objet du signe que l'on peut préciser comme telle :

- la continuité/discontinuité d'engagement dans la situation ou plutôt de l'ouvert qui le structure ;
- la continuité/discontinuité d'actualité potentielle ou plutôt des attentes liées à un ouvert ;
- la continuité/discontinuité de référentiel ou plutôt des savoirs pratiques situés liés à un ouvert et un ensemble d'attentes.

Ces notions de signe hexadique, de structures significatives et des catégories qui leurs sont associées, constituent ainsi un modèle générique analytique permettant la description de toute activité humaine, et constituent, d'un point de vue méthodologique, un « *schème de documentation* » (Saury, 2008) des processus de construction de l'activité, sur la base des données empiriques.

3. Validité et lien organique entre le programme de recherche empirique et le programme de recherche technologique

Le programme de recherche « cours d'action » intègre a) un programme de recherche empirique sur les activités humaines qui les considère comme à la fois cognitives, autonomes, incarnées, situées, indissolublement individuelles et collectives, cultivées et vécues, et b) un programme de recherche technologique de conception centrée sur les cours d'action et leur articulation collective, c'est-à-dire des cadres à la fois spatiaux, informationnels, techniques,

organisationnels, formatifs et symboliques des activités d'un acteur (ou de plusieurs acteurs) (Theureau, 2002).

Theureau (2009) définit des critères de scientificité complétant et explicitant les propositions de Lakatos : a) littéralisation de l'empirique, b) réfutabilité, et c) une relation organique (ou de détermination réciproque) avec une technique. Ce troisième critère implique un positionnement de la recherche par rapport à la technique et la technologie. Ces points ont été abordés dans la *méthode développée* (Theureau, 2006) pour justifier le programme d'anthropologie et d'ergonomie cognitive, c'est-à-dire une visée de conception de situations de travail s'organisant en un programme technologique dont il a précisé les critères de validité. Ces critères sont l'efficacité technico-organisationnelle-culturelle, la relation organique avec une (ou plusieurs) science(s) empirique(s) et la relation à des valeurs explicites.

Sève, Theureau, Saury, et Haradji (2012) présentent le principe de l'articulation entre le programme de recherche empirique générique cours d'action et le programme de recherche technologique générique ingénierie des situations. Cette articulation peut être considérée comme appartenant au noyau théorique et heuristique commun actuel des recherches empiriques menées dans le cadre du programme de recherche cours d'action (Durand, 2008 ; Theureau, 2010).

Ainsi, le programme technologique ne dérive pas de recherches extérieures. Il naît de la problématique propre de recherche. Par ce fait, le programme technologique dépasse la notion d'application ou de juxtaposition de connaissances. Cette relation organique signifie aussi que le programme technologique, outre sa fonction de résolution de problèmes pratiques (la conception par exemple dans notre cas), a une fonction de validation et d'invalidation des énoncés issus du programme scientifique empirique, de contribution à la génération d'hypothèses, et participe de façon plus large à la fécondation (Durand, 2008). De ce fait, cette articulation étroite implique de concevoir un rapport de co-définition ou de détermination réciproque entre programmes empirique et technologique. Les programmes sont donc en lien de cohérence logique et fonctionnelle, et se fécondent mutuellement tout en étant dotés d'une autonomie relative.

V. Un programme de recherche technologique en ergonomie du sport

Porter un regard sur la technique dans un programme de recherche technologique en ergonomie du sport est motivé par la volonté de concevoir la technologie par des études empiriques. Nous partageons le point de vue selon lequel l'ergonomie est une technologie (Theureau, 2004) qui doit articuler dans une relation « organique » science et technique et non osciller entre art et science (Leplat, 1990). Selon ce point de vue, un des enjeux d'une recherche en ergonomie est ainsi de produire des connaissances sur un objet d'étude de manière à ce que ces connaissances soient au cœur même de l'apport à la conception.

Dans cette logique, concevoir une technologie c'est concevoir un système permettant le développement de l'activité dans sa globalité. Cette activité se construit notamment dans les technologies et dans les relations de couplage que l'acteur entretient avec ces technologies. Ainsi, les technologies s'inscrivent dans notre cognition, produisent et transforment l'expérience de l'acteur. Theureau (2009, 2006) présente un programme de recherche technologique en ergonomie cognitive dont le noyau central réside dans la co-construction de l'activité par l'acteur et le dispositif technique, l'analyse de l'activité étant la méthodologie associée. On peut alors définir l'ergonomie comme l'ensemble des notions, critères et méthodes permettant de concevoir l'activité de l'humain (Pinsky & Theureau, 1992). C'est une technologie fondée sur les résultats théoriques, empiriques et méthodologiques de différentes recherches scientifiques fondamentales, dans les sciences de la vie et les sciences humaines. Notre ambition est de développer une ergonomie sportive qui s'attache à concevoir pour l'activité sportive, à travers l'objet technique qui supporte et nourrit cette activité.

Assimiler l'ergonomie du sport à une technologie implique notamment a) de penser une relation non applicationniste entre recherche scientifique/académique et conception, b) de fournir des fondements explicites aux pratiques de conception, c) d'élaborer une réflexion sur la technique et les êtres de la technique, et d) d'entretenir une relation organique entre recherche empirique et conception. Tout ceci se traduit par l'élaboration d'un programme de recherche technologique (Theureau, 2009), ce qui a deux conséquences principales : a) des validations/invalidations en retour des recherches empiriques à partir des effets des situations

conçues sur la base de ces résultats empiriques, b) des principes de conception compatibles et cohérents avec les présupposés théoriques qui fondent les études empiriques.

Ce chapitre s'attache à élaborer une réflexion sur la technique pour ensuite déterminer des hypothèses afin de guider la conception en sport.

1. Aborder la tekhnê

La particularité de la conception en sport et donc en escalade et en alpinisme tient dans les relations de médiations multiples qui souvent permettent aux concepteurs de tester leurs dispositifs et, dans un certain nombre de cas, de faire remonter des idées. La proximité entre utilisateurs et concepteurs tient probablement à la technicité du domaine (au sens d'une incorporation forte des savoirs techniques par les pratiquants), sa nouveauté, sa rapidité d'évolution, la spécificité des demandes et l'incapacité du marché à prendre en compte toutes ces demandes.

Nous l'avons décrit en introduction, l'escalade sur glace est un sport récent et jusque vers les années 80, il était considéré comme inclus dans les diverses activités liées à l'alpinisme. En quelques années, il s'est complètement autonomisé par rapport à l'alpinisme et durant ces années d'effervescence, tout ou presque a été inventé. Mais entre le corps et le prolongement de celui-ci à travers l'objet, il existe une relation intriquée. Si cette participation étroite ne va pas jusqu'à la fusion, le piolet reste un déterminant dans l'activité (Duez, 2009). De même que la marche ramène selon Le Breton (2000), à la sensation de soi, aux frémissements des choses, les activités physiques en montagne, lorsqu'elles ne sont pas uniquement dirigées vers l'exploit, offrent l'expérience sensorielle « totale » et ne négligent aucun sens. Indéniablement, la naissance et le développement des nouvelles activités de montagne, que ce soit l'escalade glacière ou le dry-tooling, participent à cette construction d'un nouveau rapport à la nature. Le regard et la contemplation des paysages ou des structures glacières se complètent de sensations tactiles et kinesthésiques dans le corps à corps de l'alpiniste avec le rocher ou la glace, médié par l'apparition de nouveaux outils. La nature même des nouvelles pratiques engendre ainsi une nouvelle perception de l'environnement du fait même de la nature des engagements corporels construits et des médiateurs techniques créés et utilisés. Cette construction parallèle entre, d'un côté, l'ambition de progresser dans et

vers de nouveaux espaces et de l'autre, les besoins techniques qui permettent cette progression, produit deux conséquences. D'une part les grimpeurs sont amenés à reconstruire une nouvelle forme de relation à la montagne et d'autre part, l'évolution des nouveaux matériels participe à cette nouvelle relation. Il s'agit ici de définir finement le lien entre la pratique et la technique.

Les déterminants techniques de la pratique

Plus l'innovation technique se propage dans le sport sur la base d'inventions pertinentes pour l'objet et donc pour l'activité, plus on doit s'attendre à ce que se forment des lignées techniques (Simondon, 2012, 2005). De fait, penser l'innovation comme une causalité technique dans le sport, impose de considérer son effet sur les acteurs. Quand la détermination est technique, les sportifs peuvent se voir imposer l'innovation et habituellement y consentent. Toutefois, des comportements de résistance à l'innovation se développent parfois. À titre d'exemple on trouve la résistance du cyclisme de compétition à la pénétration du dérailleur, aussi bien de la part des coureurs qui pensaient qu'il freinait le mouvement de la chaîne que de la part des organisateurs du Tour de France qui y voyaient jusqu'en 1937 le risque d'un nivellement des valeurs (Calvet, 1981). D'autres innovations par contre furent adoptées par les pratiquants avant de pénétrer la compétition. Nous sommes donc amenés à penser, a priori, que la propagation dans le sport des différentes innovations, est le résultat de circonstances inégales qui expliquent à leur tour l'inégal suivi technique dans de nouvelles disciplines sportives. La conséquence majeure de l'innovation sur les comportements des sportifs est la nécessité d'une maîtrise de cette technique. La technicité de certains sports comme le vol à voile, l'alpinisme, la course automobile (Pociello, 1981) transforme alors le sportif en technicien, voire en ingénieur responsable de la naissance de nouveaux outils. Ainsi, la confusion sportif-technicien peut faire douter du modèle de causalité de la détermination du sport par l'innovation technique et l'on peut alimenter une réflexion sur un modèle alternatif.

Penser la technique

À cette multiplicité des regards possibles correspondent, en fait, des enjeux d'analyse différents comme l'explicite Bibard (1991). Les objets techniques peuvent être décrits comme appartenant à des systèmes techniques dans lesquels ils s'insèrent : c'est l'approche de la sociologie de l'innovation ; comme inclus dans des filières techniques qui les dépassent : c'est

l'approche de Gilles (1978) ; comme faisant partie de systèmes sociotechniques contraignants pour les hommes : c'est le point de vue principalement économique. Notre positionnement épistémique vise quant à lui l'explicitation de ce qui est contenu dans les choses, de ce qui y est inscrit pour qu'elles soient utilisables et utiles, de ce qui en définit la cohérence et les relations avec ce qui les entoure.

Un projet qui n'est pas sans lien avec l'option de Simondon (2005) : constatant que la culture s'est constituée en système de défense contre les techniques, il souhaitait montrer qu'elle ignore ainsi dans la réalité technique une réalité humaine.

Dans ce travail nous considérons le piolet comme un objet technique au sens de Simondon (1958/2012), caractéristique de la pratique d'escalade glacière. Pour lui, les objets techniques ont un mode d'existence propre, ils évoluent en obéissant à un double processus de différenciation et de concrétisation. Le processus de concrétisation est compris ici comme un processus d'individuation selon lequel l'objet technique passe d'un état abstrait (invention) à un état « concret » : « *un objet technique en voie de concrétisation se rapproche du mode d'existence des êtres naturels et devient de plus en plus semblable à un organisme fonctionnel* » (Guchet, 2008, p. 2). L'objet technique n'est pas la médiation entre les utilisateurs et le milieu associé (Akrich, 1993). D'ailleurs, un objet technique n'existe jamais pour lui-même. « *Il est doublement relationnel. D'une part dans une relation à son passé (dans sa genèse de concrétisation) et d'autre part dans la relation à son milieu* » (Simondon, 2012, p. 14). Or, l'objet technique est dans une relation constante avec le milieu, « *il n'est pas tel objet isolé et donné dans l'expérience immédiate* » (Guchet, 2008, p.6). Nous avons pu le mettre en évidence dans l'essai de la définition d'une concrétisation des piolets en introduction avec la notion de milieu associé.

Lien de causalité entre conception et pratique

Le piolet, objet technique, est donc une médiation réversible entre l'homme et le monde, un paradigme du rapport entre vivant et milieu. Le sens même de l'objet technique est donc son fonctionnement. L'étude de l'invention introduit une compréhension de l'essence interne du piolet comme réalité présentant une cohérence propre et le fait également apparaître comme un pont fonctionnel entre pratiquant et milieu. Cette approche est à l'origine de multiples travaux, en particulier en ce qui concerne les lignées techniques (Deforge, 1985). Mais elle correspond à un point de vue intimement technocentrique où, ce qui est valorisé,

c'est la perfection interne de l'objet technique qui atteint au statut d'être, d'individu technique. Il s'agit d'un point de vue intrinsèque à l'objet technique conçu comme un être en marche vers l'autonomie, c'est-à-dire vers l'affranchissement de l'utilisateur. Les activités d'usage de l'objet ont, pour l'auteur, un « *statut de minorité* », tandis que c'est le rapport de l'ingénieur, du concepteur à l'objet qui a un « *statut de majorité* ». Nous pensons que le rapport adéquat à la technique est celui d'une voie moyenne entre le statut de minorité et celui de majorité. Comme le souligne Bernoux (1991), se détacher de cette opposition minorité-majorité conduit à l'idée que la pratique de l'utilisateur enrichit la connaissance de l'objet technique. Il est donc souhaitable d'opérer un retournement qui permettrait de faire apparaître ce qu'il y a d'humain dans l'objet technique et d'affirmer la place de l'usage dans la genèse des objets techniques. En somme, il semble pertinent de reconsidérer la place de l'objet pour affirmer un mode d'existence de l'objet technique (Simondon, 1958/2012).

L'évolution des dernières années sur la forme des manches de piolets résulte directement de l'influence exercée par quelques utilisateurs de pointe qui ont fait forger puis tester des formes de plus en plus incurvées (figure 6). Ces nouveaux piolets se sont intégrés dans leur technique d'alpinisme, laquelle a été elle-même modifiée par la transformation du piolet. Cette configuration particulière entre technicité et évolution de l'activité (Vigarelli, Prieux, & Collot-Laribe, 1988) s'est montrée particulièrement propice au développement des techniques d'alpinisme.

Le rôle des concepteurs

Les utilisateurs déploient de fait une certaine capacité innovatrice dans leurs rapports avec des dispositifs variés, produits la plupart du temps de manière industrielle. Au point que si l'on s'intéresse à la carrière du piolet, on constate qu'après avoir été conçu, produit, distribué, acheté, il recommence une carrière complète du fait même de l'activité des utilisateurs. À l'exception des détournements, certains considéreront cependant que l'on a à faire ici essentiellement à des innovations incrémentales, c'est-à-dire qui ne modifient pas significativement ni les conditions de production, ni les conditions d'utilisation des dispositifs.

Néanmoins, historiquement, les concepteurs se définissent d'abord par leur position d'utilisateurs du dispositif et, de fait, sont des inventeurs qui jouent un rôle leader dans le processus d'innovation et de modification de la pratique. On remarque tout de même que quelques grimpeurs préconisent, dans leur cercle d'ami ou sur certains forums d'échanges,

d'effectuer des modifications des piolets non prises en compte par les concepteurs (un affutage spécifique, la suppression de certaines dents sur la lame, la modification des ergots, l'ajout de grippe, l'allongement des *leashs*...)

Gambardella et Panico (2014) ont étudié le cas similaire des instruments scientifiques et montré que, dans ce domaine, les utilisateurs sont les véritables acteurs de l'innovation. Confrontés à un problème expérimental dans leurs recherches, ils sont en quelque sorte obligés de concevoir des instruments pour le résoudre. Afin de réaliser ces instruments, ils se font aider des fabricants qui, une fois que l'instrument a fait ses preuves dans la communauté scientifique et s'est stabilisé, sont à même de passer à une production plus industrielle, en intégrant éventuellement quelques modifications si les utilisateurs potentiels sont un peu différents des utilisateurs-innovateurs.

Co-constitutivité du matériel et de la pratique

Si l'essor des nouvelles technologies va dans le sens d'une association de plus en plus serrée entre l'environnement, la technique et le corps, la question est maintenant posée de raisonner de façon plus fine sur les formes de ce couplage entre l'homme et son équipement. L'étude de Veyrat, Blanco et Trompette (2007) sur l'évolution des lunettes de vue permet d'illustrer la transformation de l'hybride socio-technique à travers l'imbrication des différents cadres humains, contextuels, artéfactuels, scientifiques et techniques. Cette vision de la technique démontre l'impossibilité, expliquée par Sigaut (1991), de remonter de la structure d'un objet à sa fonction car la fonction d'un objet, c'est ce qui le relie au système dont il n'est qu'un élément. Il n'y a pas, selon lui de rapports directs entre forme (ou structure) et fonction. Les objets n'existent que médiatisés par le fonctionnement (Leroi-Gourhan, 1965, 1964) : « *Un couteau ne sert pas à couper mais en coupant* » (Sigaut, 1991, p. 2). De ce point de vue, les objets sont confrontés à des contextes d'usage, des utilisateurs, des points d'ancrage, des paradigmes différents, et par conséquent à des fonctions distinctes. Il faut donc obligatoirement raisonner de manière « située » les couplages sujet-objet, c'est-à-dire élargir l'unité d'analyse des objets corporels à l'ensemble du contexte sociotechnique dans lesquels ils s'insèrent dans le respect de l'hypothèse de connaissance « située » de notre programme empirique. Penser la co-construction des objets et des pratiques revient à les réintroduire au sein d'un assemblage hybride d'éléments techniques, humains et contextuels (Thévenot, 1993). Il ne s'agit plus d'opposer l'homme et la technique.

La conception anthropologique de la technique

Nous venons de voir que l'objet technique peut être pensé en termes d'usage ou de fonction. Néanmoins, déplore Simondon (1958/2012) l'objet technique est ce qui est d'abord constitué, fabriqué, produit, ou utilisé par un sujet. Dans son usage, il sera vu comme simple instrument du travail humain. Dans sa genèse, il sera souvent pensé comme produit de ce travail (Stiegler, 2001, 1998). Nous pouvons rompre avec ce présupposé anthropologique sur la technique qui fait de l'humain un être extérieur à la technique. Il ne s'agit plus aujourd'hui d'opposer l'homme et la technique, mais de faire état de la co-constitutivité homme-technique, d'analyser le couplage entre l'homme et la technique, entre l'anthropogenèse et technogenèse. La notion d'épiphylogenèse proposée par Stiegler (1994) semble essentielle. La mémoire épiphylogénétique, qui est constituée, depuis leurs origines, par tous les artefacts quels qu'ils soient, est constitutive de l'humanité. Ce pouvoir constitutif est permis, non seulement par la mémorisation des gestes humains dans la matière, mais aussi par la transmission de tous les savoirs et de toutes les connaissances incarnées dans des supports de mémoire. Ainsi, le devenir de l'homme se confond avec le devenir de la technique. Cela fait de la technique une poursuite de la vie par d'autres moyens que la vie (Stiegler, 1994). Cette notion d'épiphylogenèse permet de dépasser une vision purement anthropologique de la technique dans la mesure où l'hominisation tout entière a son fondement non pas dans un *homo faber*, c'est-à-dire dans l'homme qui fait, mais dans les lois d'évolution propres de l'objet technique saisi dans son couplage structurel avec l'humain lui-même en constitution.

Il est alors possible de voir l'objet technique autrement que dans un couple fin/moyen, c'est-à-dire autrement qu'à travers un modèle instrumentaliste qui donne à l'objet technique un statut de produit figé et de moyens pour atteindre des fins qui lui préexisteraient. Les dispositifs technologiques sont trop souvent pensés en référence au couple conceptuel moyen/fin. Les technologies sont alors cantonnées au registre des moyens pour l'action. Penser les technologies en partant du couple moyen/fin ne permet généralement pas de concevoir et de comprendre comment les fins visées au sein des activités technologiquement médiatisées ne préexistent pas à ces médiations et ne peuvent être déterminées indépendamment de ces dernières. Il s'agit de voir la technique, non plus simplement comme quelque chose de posé devant nous, de constitué, mais comme ce qui contribue à constituer. L'ergonomie comme la technologie s'efforce de percevoir l'objet par son pouvoir capacitant,

c'est-à-dire qui habilite (qui donne à faire) ou encore qui fait advenir, et par voie de fait, permet de transformer la situation. L'objet technique n'existe donc jamais que pour lui-même. Cette affirmation vient enrichir notre programme de recherche technologique en élaborant la réflexion sur les êtres et la technique.

Le pouvoir constituant de la technique

La relation avec la technique implique un positionnement de la recherche sur la technique. Déjà Leroi-Gourhan (1965, 1964) affirmait sa position factuelle selon laquelle le devenir-homme est passé, passe, et passera par la technique. Pour lui, il n'y a pas d'humain avant la technique. On pense ici aux travaux de Stiegler (2001, 1994), qui se proposent de penser la technique comme prothèse originaire de l'humain. On parle de prothèse originelle c'est-à-dire de l'objet technique comme prothèse (ou béquille de l'esprit), et non plus comme un objet déjà constitué. La prothèse n'est pas ici ce qui remplace quelque chose qui a existé et qui aurait disparu et elle n'est pas non plus « *quelque chose d'auxiliaire, d'adventice ou d'ancillaire qui viendrait compléter ou complexifier des capacités — intellectuelles, motrices, perceptives — déjà existantes* » (Steiner, 2010, p. 16). La prothèse n'est pas non plus un prolongement du corps humain. Elle est la « *constitution de ce corps en tant qu'humain* » (Stiegler, 1994, p. 162). La prothèse technique est donc un supplément qui vise à répondre au défaut de qualité et surtout d'origine qui est propre et originaire à l'homme.

Bernard Stiegler (2001, 1998, 1994) parle du caractère anthropologiquement constitutif de la technique. Cette thèse est développée par Havelange (2005) et Steiner (2010) sous la thèse dite de la technique comme anthropologiquement constitutive et constituante. Elle présuppose deux caractéristiques. La première est que la technique n'est pas en dehors de l'activité humaine et qu'elle est opposée à la dimension relationnelle de la pratique tout en lui étant inhérente. La deuxième est qu'elle représente un vecteur de l'humanisation collective et individuelle. En d'autres termes, les objets ouvrent, capacisent ou habilitent les possibilités d'action des acteurs et leurs relations avec l'environnement, tout en les contraignant. Cette médiation est constitutive à double sens (Havelange, 2005). D'une part la technique constitue l'activité humaine : un objet technique, une fois en main, transforme le pouvoir d'action et de perception et la nature de l'activité humaine (toujours technique). D'autre part il s'agit d'une constitutivité sociale ou partagée, au sens où la technique appelle constamment de nouvelles pratiques, joue un rôle de médiateur dans la création de communautés de pratiques, et

transforme plus largement les relations sociales. La technique est également constituante dans la mesure où elle est « *un faire advenir, un faire être* » (Steiner, 2010, p. 28). Elle ouvre sur le processus de devenir et devient elle-même un potentiel pour l'engagement dans le monde (Havelange, 2005).

Cette thèse peut être perçue comme une extension de l'hypothèse de la cognition située. Elle distingue trois sortes de genèses d'un acteur humain à un moment donné. Il s'agit a) de la genèse ayant pour produit la mémoire génétique : c'est la transmission génétique, b) de l'épigenèse ayant pour produit la mémoire nerveuse : c'est ce qui vient de l'apprentissage et de la formation au cours d'une vie, c) de l'épihylogenèse ayant pour produit la mémoire technologique et de manière générale ce qui fait signe pour l'acteur dans la situation (Theureau, 2006). C'est ce que chaque génération trouve comme déjà là, construit par la technique. Cette mémoire technologique constitue un milieu, à la fois intérieur et extérieur à l'individu, plutôt qu'un ensemble d'outils ou de moyens. Proposer cette thèse du caractère anthropologiquement constitutif et constituant de la technique, c'est affirmer le caractère techniquement situé à l'origine de toute cognition ou action. Cette affirmation d'un mode de penser la technique argumente notre programme de recherche technologique en définissant scientifiquement la technique. Le paragraphe suivant s'attachera à fournir des fondements explicites aux pratiques de conception dans le cadre du programme de recherche technologique en ergonomie du sport.

2. Concrétisation d'hypothèses empiriques et technologiques non triviales

L'articulation de la technologie ergonomique à ces recherches fondamentales ne se réduit pas à appliquer ou retrouver les résultats de ces dernières dans des études particulières. La technologie ergonomique bénéficie pleinement de l'apport des recherches fondamentales, et contribue en retour à leur développement, quand elle donne lieu à des recherches propres : des recherches technologiques en ergonomie. Le développement de ces recherches technologiques en ergonomie passe, comme celui des recherches fondamentales, par l'explicitation et la mise en œuvre des programmes de recherche. Cela passe notamment par le développement d'un programme de recherche technologique en ergonomie, en relation avec

le programme de recherche fondamentale empirique que nous venons de développer (Pinsky & Theureau, 1992).

Ce programme se concrétise par des démarches de conception mettant au centre l'activité des individus et relevant de problématiques de conception spécifiques considérées comme aussi cruciales au plan épistémologique qu'utiles au plan social. L'affirmation d'une structuration en programme ainsi que celle d'une relation organique avec des programmes de recherche empirique implique de penser une relation non applicationniste entre recherche et conception. Ce programme technologique ne dérive pas de recherches qui seraient situées en amont : il correspond au développement de problématiques propres et récuse une conceptualisation de l'action en termes d'application de connaissances. Cette relation entre recherche empirique et technologique signifie aussi que le programme technologique, outre la résolution de problèmes pratiques, a une fonction de validation et d'invalidation des énoncés issus des programmes scientifiques, de contribution à la génération d'hypothèses.

Le troisième critère de scientificité énoncé par Theureau (2006) (une relation organique ou de détermination réciproque avec une technique) implique un positionnement de la recherche par rapport à la technique et à la technologie pour sortir d'une approche anthropocentrée. Cette question a été abordée en profondeur par Theureau (2006) dans la perspective de programmes notamment d'anthropologie et d'ergonomie cognitive, c'est-à-dire dans une visée de conception de situations s'organisant en un programme technologique dont il a précisé les composantes et les critères de validité. Ces critères sont l'efficacité technico-organisationnelle-culturelle, la relation organique avec une ou plusieurs sciences empiriques et la relation à des valeurs explicites (Durand, 2008).

Ainsi, considérer l'ergonomie comme une technologie nous amène à envisager l'analyse de l'activité comme une démarche de conception pour l'activité sur la base d'hypothèses qui dérivent de recherches empiriques et technologiques. L'hypothèse générale sur laquelle nous nous appuyons définit la conception comme situation d'aide. Cette notion est développée dans un programme technologique qui exploite partiellement, et dans une perspective particulière, les principes de la conception centrée sur le cours d'action en ergonomie (Pinsky & Theureau 1992 ; Theureau & Jeffroy, 1994), dont nous allons décrire les deux principaux éléments qui le fondent en lien avec la conception, c'est-à-dire le principe de conception de situations et le principe d'aide.

Le principe de conception de situations

Si l'activité du concepteur aboutit à la réalisation d'objets techniques qui s'actualisent comme artefacts, de fait ce sont les situations qui constituent sa perspective : les artefacts représentent des offres ou des possibles pour les acteurs, dont l'actualisation en termes d'action située dépend d'eux. Autrement dit, le concepteur propose des objets techniques que les acteurs intègrent ou non comme éléments significatifs de leur activité. Ces objets transforment l'environnement des acteurs et perturbent potentiellement leur activité. Ce qui est visé par le concepteur est donc le couplage structurel des acteurs utilisateurs dans les environnements transformés par l'insertion de ces artefacts qui servent d'ancrage potentiel pour l'activité souhaitée par eux (Theureau, 2009). Insérés dans ces environnements, ces objets sont censés perturber l'activité spontanée et favoriser l'apparition de nouvelles dispositions, par typicalisation et appel à leur imagination et à leur créativité. Ce principe est notamment pertinent dans le champ de la formation (Leblanc, Ria, Dieumegard, Serres, & Durand, 2008). Ces auteurs ont montré que l'activité de formation à l'enseignement, du fait de son organisation collective et continue dans le temps, impose d'envisager la conception dans le champ de la formation comme une construction empirique, scientifique, évolutive, adaptative et étroitement articulée à une analyse de l'activité. Il s'agit alors de mettre en place un processus de conception « orientée activité » des situations de formation, c'est-à-dire de situations favorisant la transformation de la formation. Il s'agit par exemple de situations de simulation vidéo visant à faire accéder à une partie de l'expérience vécue et à faire réfléchir l'enseignant sur son action et sur celle de ces pairs. En raison des propriétés d'ouverture et d'indétermination de l'activité, le concepteur ne possède jamais de certitude a priori quant à l'atteinte des effets attendus. De fait, concevoir une situation c'est permettre d'orienter l'activité future. On peut parler d'ingénierie des situations sportives, c'est-à-dire de conception centrée sur l'activité des acteurs pour l'activité des acteurs.

La situation d'aide

Ce principe reprend les propositions de Pinsky et Theureau (1992) et de Theureau et Jeffroy (1994) qui préconisent la conception d'aides et non de prothèses cognitives. Pour eux, les objets de la conception, notamment dans les champs de l'informatique et des interactions hommes-ordinateurs, sont des artefacts qui ne se substituent pas aux acteurs au sens où ils réalisent la tâche à leur place, mais leur offrent des possibilités d'action en étroite liaison avec

leur activité usuelle. Plusieurs études montrent que ce principe est particulièrement pertinent s'agissant de conception (Pinsky & Theureau, 1992). En effet, dans le cas d'une perspective de conception pour les grimpeurs débutants, ce qui est en jeu est plus le développement d'habiletés que la performance. Ainsi, il s'agit de développer au travers de l'outil, un processus d'aide à l'activité. Theureau et Jeffroy (1994) parlent du registre fonctionnel de la construction *vs* celui de la détermination. Adopter l'objet de conception « situation d'aide » en ergonomie du sport s'oppose à la prévalence du courant des facteurs humains où les critères de conception ont été traditionnellement envisagés comme des contraintes préalables à prendre en compte par les concepteurs d'objets sportifs. L'objet de conception « situation d'aide » impose, quant à lui, à penser les critères comme des ressources destinées à orienter « *la conception de l'intérieur* » (Theureau, 2003 ; Haué, 2004 ; Haradji & Faveaux, 2006). En d'autres termes, l'ergonomie n'est pas une entité extérieure à la conception qui garantit le respect de certaines normes, mais participe intégralement à la conception en essayant de l'orienter à chaque stade (Poizat, Haradji, & Seifert, 2001).

Ainsi, la conception ergonomique en termes d'aide reconnaît la situation d'aide comme une globalité avec ses caractéristiques et détails spécifiques à chaque situation d'aide. Elle prend en compte le fait que la « prise en main » d'un nouvel objet, outil ou dispositif constitue un processus à interroger (Theureau, 2011). La notion d'aide concerne donc la situation comme couplage asymétrique. Elle a été introduite par une recherche sur la conception d'un système d'aide à la saisie-chiffrement d'enquêtes (Pinsky & Theureau, 1992). On peut la caractériser par deux idées fondamentales. La première idée est qu'il vaut mieux, tant du point de vue du bien être des acteurs que de celui de la qualité du produit ou du service, concevoir des situations d'aide que des prothèses cognitives (Theureau & Filippi, 1994). Il s'agit, pour un système conçu en termes d'aide, d'une part, d'aider l'utilisateur de ce système à comprendre la situation et à prendre lui-même les décisions d'action, y compris de recherche d'information, et d'autre part, de le débarrasser au maximum, en considérant les limites techniques, du détail de la réalisation de l'action si celui-ci n'est pas nécessaire à sa compréhension de la situation. Le système conçu est alors un outil parmi d'autres outils, un élément d'une situation d'aide comprenant, outre le système lui-même, « *la documentation, la formation, l'organisation et les autres sources d'informations sur la situation ici et maintenant* » (Theureau & Filippi, 1994 p. 547). Cette conception en termes d'aide est alternative à la conception en termes de prothèse cognitive dont Woods et Roth (1988) ont

montré les méfaits en ce qui concerne le contrôle de processus dans la mesure où l'acteur ne participerait à l'action que pour faire fonctionner le processus et non pas pour agir avec lui. De plus, pour concevoir des prothèses cognitives dans une situation donnée, on a besoin seulement de connaître la tâche effective des acteurs, c'est-à-dire les fonctions qu'ils remplissent effectivement. Par contre, pour concevoir des situations d'aide, il faut connaître avec suffisamment de précision l'activité de ces acteurs. Il ne suffit pas de connaître les informations qui permettent à ces acteurs de prendre les décisions adéquates, il faut aussi connaître comment ces acteurs arrivent à les sélectionner au milieu d'autres informations. Il ne suffit pas de connaître les raisonnements efficaces de ces acteurs, il faut aussi connaître leurs erreurs, ainsi que le processus d'engendrement de ces erreurs.

Ceci nous amène à la seconde idée de ce concept. Il vaut mieux ne pas prendre ces acteurs comme les exécuteurs d'une tâche au sens cognitif. Plus précisément, il vaut mieux considérer l'activité du point de vue constructiviste que du point de vue cognitiviste. Rappelons que selon le paradigme cognitiviste, il y a équivalence forte entre les processus cognitifs et le fonctionnement d'un ordinateur (Pylyshyn, 1980), c'est-à-dire que les processus cognitifs peuvent être adéquatement modélisés par un jeu d'opérateurs logiques formels sur des représentations symboliques (supposées stockées dans le cerveau) d'environnements et de tâches prédéterminées. Au contraire, selon le paradigme constructiviste (Varela, 1989 ; Varela, Thompson, & Rosch, 1993), il y a co-détermination des activités, des structures internes des systèmes vivants et des structures externes pertinentes des environnements et des tâches. D'une part, l'activité est construite par les acteurs en situation, résultant de leur activité antérieure dans cette situation mais aussi en dehors de la situation. D'autre part, ce qui est pertinent dans cette situation, c'est-à-dire l'environnement physique et l'environnement social, n'est pas prédéterminé, mais est construit par l'activité.

Ce choix d'articulation de la recherche autour de la conception de situation d'aide spécifie un rapport de co-définition ou de détermination réciproque entre programmes scientifique et technologique qui sont en lien de cohérence logique et fonctionnelle, et se fécondent mutuellement tout en étant dotés d'une autonomie relative.

3. Hypothèses et objectifs généraux

Documenter l'activité nécessite de définir l'activité à étudier. La partie introductive a défini l'ascension en cascade de glace comme objet d'étude et le cours d'action comme support empirique. Sur cette base, nous adoptons une approche à variable granulométrique pour analyser l'activité dans une visée de conception. Il s'agit a) d'évaluer les usages instrumentés sur un empan temporel court pour b) interroger le processus long de l'appropriation des outils de progression afin c) de saisir l'activité dans sa totalité, que les éléments impliqués soient significatifs ou non pour l'acteur. Au travers de l'analyse de l'activité, nous tenterons de comprendre le rôle médiateur du piolet dans cette activité en ouvrant progressivement la focale, c'est-à-dire en élargissant le regard sur l'environnement dans lequel s'inscrivent l'activité et les moyens de documenter cette dernière, passant successivement de a) l'activité donnant lieu à conscience pré-réflexive sur une ascension à b) l'activité donnant lieu à conscience pré-réflexive inscrite dans la construction d'une culture singulière pour aller vers c) l'activité donnant lieu et ne donnant pas lieu à conscience pré-réflexive lors d'une reconstruction de l'activité de frappe. Nous déclinons alors cette thèse en deux parties soutenues par deux hypothèses :

La première partie développe les outils et méthodes pour passer de l'analyse de l'activité à la conception tout en formulant les hypothèses que cette analyse permet, a) de concevoir en termes de situation d'aide, b) de faire évoluer l'objet de conception, c) de fournir des indices et critères pour la conception.

Elle se compose a) de notre première étude (évaluation de l'utilisation) qui s'attache à documenter l'activité de cascade de glace pour saisir l'utilité/utilisabilité des piolets via la reconstruction du cours d'expérience des grimpeurs, b) de notre seconde étude (saisie du processus d'appropriation) qui s'attache à documenter l'activité, longitudinale et médiée par l'objet technique, de cascade de glace pour appréhender le processus d'appropriation des piolets via la reconstruction du cours de vie relatif à la pratique des grimpeurs et c) de notre troisième étude (analyse multi-niveaux de l'activité de frappe) qui s'attache à documenter l'activité de frappe pour se focaliser sur le grimpeur et l'action du piolet via la reconstruction du cours d'in-formation des grimpeurs.

La seconde partie est une contribution à la conception dans le cadre de notre programme de recherche technologique en ergonomie du sport. Nous y développerons des indices et

critères pour la conception de situations d'appropriation en nous appuyant sur les résultats de nos études empiriques et technologiques qui spécifient a) le rôle de médiateur du piolet dans l'activité de grimpe (Etude 1), b) la diversité des processus d'appropriation en fonction du piolet (Etude 2) et c) l'effet des piolets sur l'activité de frappe (Etude 3).

Deuxième partie :

Études empiriques et technologiques

I. Étude 1 : évaluation de l'utilisation

L'analyse introductive du développement du matériel de montagne montre que la dernière décennie fut l'objet d'avancées considérables (Duez, 2009 ; Jenkins, 2003 ; Parsons & Rose, 2003). De manière générale, le matériel est devenu plus léger, plus résistant, plus confortable, mais aussi et surtout plus spécifique (Blackford, 2003). Les fabricants de matériel de montagne s'engagent d'ailleurs de plus en plus dans de véritables démarches d'évaluation et de conception de leurs produits pour développer l'activité. Les visées de conception articulées à cette recherche ont ainsi pleinement participé à orienter les choix méthodologiques dont le fait de se focaliser sur des grimpeurs débutants, migrant de l'escalade rocheuse vers l'escalade glacière. Les deux principaux arguments sont : a) la nécessité pointée par les industriels de développer des piolets facilitant l'entrée dans la pratique, et b) le fait que ces grimpeurs constituent une segmentation marketing prometteuse pour ces marques. Nous proposons avec cette étude d'étudier l'activité des glaciéristes utilisant différents piolets afin de rompre avec les études classiques en ingénierie du sport pour aborder la conception à travers l'étude de l'expérience.

1. Équipement, évaluation et conception

Concernant le matériel sportif et leurs évaluations, de nombreuses recherches sont conduites dans des domaines comme « *the engineering and materials science* » afin de renforcer la sécurité et la résistance des matériaux. On trouve notamment des études sur le vieillissement des cordes (e.g., Schubert, 2003 ; Spierings, Henkel, & Schmid, 2007), sur les limites des usages du matériel de montagne (e.g., Blackford & Maycock, 2001 ; Liljegren & Osvalder, 2004 ; Schubert, 2000 ; Smith, 1998 ; Vogel & Bocksch, 1996) mais aussi, pour ce qui concerne l'escalade en cascade de glace, sur la résistance des ancrages en situation de chute (Custer, 2006). La fondation Petzl® finance d'ailleurs des recherches dans ce domaine. D'autres recherches, réalisées quant à elles en amont de la conception par les industriels, ont régulièrement recours à des « *laboratory usability testing* » et des questionnaires visant à évaluer l'utilisabilité (e.g., Doré, Pailhes, Fischer, & Nadeau, 2007 ; Lundgren, Bligård, Brorsson, & Osvalder, 2011 ; Lundgren, Brorsson, & Osvalder, 2012). Bien que présentant

des avantages pratiques indéniables (e.g., réduction des coûts d'évaluation, réalisation de tests en laboratoire, situations quasi-expérimentales), plusieurs limites ont été formulées à l'encontre de ces démarches d'évaluation. Ces dernières portent principalement sur la nature même des observations conduites, ainsi que sur l'appauvrissement des situations d'évaluation, ce qui limite la portée des résultats obtenus (Hassenzahl & Tractinsky, 2006 ; Hassenzahl et al., 2013). Deux éléments sont principalement remis en cause : le caractère limité du type de données recueillies à travers une focalisation sur l'utilisabilité perçue et l'usage ; et la restriction temporelle des évaluations présentant presque à chaque fois un caractère ponctuel. Il s'agit en effet la plupart du temps d'opérations ponctuelles visant à faire exprimer, par une population jugée représentative, dans un environnement plus ou moins proche des situations futures d'usage, un jugement ou un avis sur le dispositif (Salembier, 2008) tout en opérant un contrôle sur la situation expérimentale dans un souci de reproductibilité. Ces objectifs de contrôle expérimental strict peuvent conduire à la construction d'un dispositif d'évaluations artificielles (Pirhonen, Brewster, & Holguin, 2002) et à un appauvrissement des données dû à cette restriction de l'activité.

Expérience utilisateur et nouvelle utilisabilité

La limitation adressée aux méthodes classiques d'évaluation de l'utilisabilité peut être dépassée en recourant à des modalités de recueil permettant d'obtenir des données empiriques plus riches mais aussi et surtout d'accéder de manière rigoureuse et systématique aux significations que donnent les sujets à leur activité (Salembier, 2013). Cet élargissement des dimensions d'analyse s'est récemment traduit par l'apparition du label « *new-usability* » (Thomas & Robert, 2002) et par l'émergence d'un champ d'études centré sur « l'expérience utilisateur » (User-Experience) qui intègre des composantes cognitives, émotionnelles et sociales à l'évaluation (Barratt, 2011 ; Hassenzahl, Law, & Hvannberg, 2006 ; Hassenzahl & Tractinsky, 2006 ; McCarthy, Wright, & Cooke, 2004). Ces recherches ne visent pas à remettre fondamentalement en cause l'intérêt de la notion d'utilisabilité (e.g., Nielsen, 1993 ; Thovtrup & Nielsen, 1991). Cette notion est traditionnellement associée à la facilité d'apprentissage, à l'efficacité de l'utilisation et à la satisfaction subjective de l'usage. Elle est donc utilisée pour désigner la facilité avec laquelle les gens peuvent utiliser un outil particulier ou un autre objet fabriqué par l'homme. Il s'agit ainsi de ne plus réduire la portée de la notion d'utilisabilité en prenant en compte l'expérience de l'utilisateur. Cette notion

d'expérience utilisateur est une notion composite comportant plusieurs dimensions distinctes mais vues comme complémentaires (Hassenzahl, 2004 ; Mahlke, 2008) : a) une dimension instrumentale impliquant des objectifs de réalisation d'actions, b) la satisfaction de besoins non instrumentaux, c) le ressenti d'émotions positives et d'un sentiment de bien-être, et d) l'acquisition de nouvelles connaissances et savoir-faire. Malgré le fait d'avoir permis un élargissement des dimensions d'analyse pertinentes pour des évaluations, *the User-Experience approach* est contestée et prête le flanc à deux critiques. La principale est de nature théorique et concerne le manque de fondements théoriques sur la notion d'expérience (Kuutti, 2010 ; Law, Roto, Hassenzahl, Vermeeren, & Kort, 2009) alors même qu'il existe de nombreuses traditions de recherche ayant travaillé cette notion (e.g., phénoménologie, pragmatisme...). Les modèles sous-jacents à la notion d'User-Experience sont au mieux encore insuffisamment explicités, et au pire tout simplement inexistant, révélant la nature pré-théorique de cette approche. La notion même d'User-Experience apparaît comme peu stabilisée. Il existe d'ailleurs parfois des confusions entre User-Experience et d'autres notions comme *the notion of satisfaction* (Hassenzahl, 2004). La seconde critique est de nature méthodologique. Les études se réclamant de l'*User-Experience approach* ne mobilisent pas systématiquement des méthodes permettant de documenter ou d'accéder au point de vue de l'acteur. Pourtant, un certain nombre de chercheurs considèrent que l'étude de l'expérience doit passer par la mise en œuvre de méthodes centrées sur l'expression par les acteurs eux-mêmes, de leur expérience vécue (grâce notamment à des techniques d'explicitation et de verbalisation à la première et à la seconde personne) (Cahour, et al., 2007 ; Cahour & Salembier, 2012 ; Light, 2006 ; Salembier, 2013) et se distinguent ainsi des approches majoritaires qui s'efforcent de quantifier l'expérience par le biais d'indicateurs physiologiques ou comportementaux (Vermeeren, Low, Roto, Obrist, & Väänänen-Vainio-Mattila, 2010). Pour ces auteurs, la notion d'expérience vécue (ou subjective) renvoie à des approches phénoménologiques qui visent l'étude des actes de conscience fondant l'action et la réflexion, l'expérience ordinaire en train de se vivre et telle qu'elle apparaît au sujet (Cahour, Salembier, & Zouinar, sous presse). Ils plaident en faveur d'une expérience décrite comme une part de l'activité inscrite dans la situation et vécue par le sujet. Cette expérience vécue, relative à une activité, est alors définie comme le flux des actions, des pensées, des émotions, et des perceptions sensorielles qui se produisent en situation à un instant donné et sont conscientisées ou conscientisables par exemple au cours d'un entretien (Zouinar & Cahour,

2013). L'expérience vécue ne se résume donc pas aux seuls aspects émotionnels ou affectifs, ceux-ci n'en constituent qu'une dimension parmi d'autres. De fait, s'intéresser à l'expérience vécue de l'activité implique de s'intéresser au point de vue subjectif de l'acteur et de mettre en œuvre une méthode permettant à cet acteur de se resituer dans l'activité pour la documenter. Cet élargissement du champ d'analyse de l'expérience par rapport aux méthodes classiques permet d'une part d'analyser finement le déroulement de l'expérience vécue dans ses différentes dimensions, d'autre part, de prendre en compte les dimensions émotionnelles et corporelles de l'activité. L'objet cours d'expérience semble alors pertinent pour mettre en œuvre une analyse de l'expérience vécue.

Choix de l'objet théorique

Le programme de recherche cours d'action a donné lieu à de nombreuses études en sciences du sport (e.g., Bourbousson, Poizat, Saury, & Sève, 2011, 2010 ; Hauw & Durand, 2005 ; Hauw, Berthelot, & Durand, 2003 ; Poizat, Bourbousson, Saury, & Sève, 2009 ; Sève & Poizat, 2005 ; Sève, Saury, Leblanc, & Durand, 2005 ; Sève, Ria, Poizat, Saury, & Durand, 2007 ; Sève, Saury, Theureau, & Durand, 2002) tout en étant paradoxalement peu mobilisé ou seulement très récemment dans une perspective d'évaluation ou de conception du matériel sportif (e.g., Adé, Poizat, Gal-Petitfaux, Toussaint, & Seifert, 2009 ; Poizat, Adé, Seifert, Toussaint, & Gal-Petitfaux, 2010) alors même qu'il est massivement mobilisé en ergonomie et *Human-Computer Interaction* (e.g., Filippi & Theureau, 1993 ; Haué, 2003 ; Poizat, Fréjus, & Haradji, 2009 ; Theureau & Filippi, 2000 ; Villame & Theureau, 2001). Notre programme de recherche propose à la fois un objet théorique nommé « cours d'expérience » et un observatoire associé, lesquels permettent de porter un regard sur l'expérience de l'utilisateur et son évolution au cours du temps tout en donnant des fondations théoriques et méthodologiques à notre étude. L'objet théorique cours d'expérience fait référence à la construction de sens pour l'acteur, ou plus précisément à l'histoire de sa conscience pré-réflexive au cours d'une période de son activité, ou encore l'histoire du « *montrable, mimable, simulable, racontable et commentable* » (Theureau, 2011) qui accompagne son activité à chaque instant. L'expérience fait donc dans le cadre de notre étude l'objet d'une réduction au niveau pré-réflexif c'est à dire à ce qui peut être exprimé à tout instant à un interlocuteur moyennant des conditions favorables, et en particulier de confiance mutuelle. Cette expérience, de niveau pré-réflexif, est constitutive de toute activité humaine (Legrand,

2007b). Pour reconstituer l'expérience d'un acteur au cours d'une période d'activité spécifique, nous avons utilisé le cadre méthodologique spécifique qui comprend des enregistrements filmés recueillis dans des situations naturelles suivis par des entretiens d'autoconfrontation dans lequel l'acteur, tout en regardant les images vidéo, est invité à commenter son expérience significative au cours de l'activité (Theureau, 1992).

Objectif et hypothèses

L'objectif de cette première étude est de documenter l'expérience vécue par des grimpeurs lors de l'utilisation en situation réelle de piolets de conceptions différentes. Nous faisons deux hypothèses. Premièrement que l'utilisation des différents piolets laisse apparaître une certaine invariance malgré les utilisateurs. Deuxièmement que les piolets favorisent l'émergence de nouvelles modalités d'action ou de perception propices à la progression dans l'environnement, mais aussi dans la pratique de l'escalade sur glace.

2. Méthode

Ce protocole a été mis en place et réalisé par un ensemble de chercheurs engagés dans un projet de recherche commun autour de la conception en cascade de glace (Seifert et al., 2014 ; Poizat, Haradji, & Seifert, 2011 ; Pouponneau, Poizat, Gal-Petitfaux, & Adé, 2001). Une partie des entretiens réalisés a été utilisée pour cette étude et n'avait fait l'objet d'aucun traitement préalable.

Participants

Trois grimpeurs français, volontaires, âgés de 20 à 22 ans, et exprimant la volonté de débiter l'escalade sur cascade de glace ont accepté de participer à cette étude. Ils pratiquaient tous les trois l'escalade rocheuse depuis 3 à 4 ans et réussissaient régulièrement des voies de grade 6 selon la cotation spécifique de l'IFSC (*International Federation of Sport Climbing*). Tous les trois n'avaient aucune expérience concernant l'escalade sur cascade de glace.

Procédure

Le protocole consistait à effectuer à trois reprises l'ascension d'une même voie de 15 mètres et de cotation 4.I. présentant un relief varié et une pente de 80° (figure 17). Le temps a été évalué uniquement pour quantifier la durée de la tâche et non comme facteur de performance. Chaque ascension se faisait en utilisant une paire différente de piolets (figure 18) disposée en bas de la voie. Ces piolets constituaient la gamme complète de Petzl® et étaient, de ce fait, représentatifs des produits disponibles sur le marché pour un grimpeur souhaitant débiter dans la pratique de l'escalade de glace.

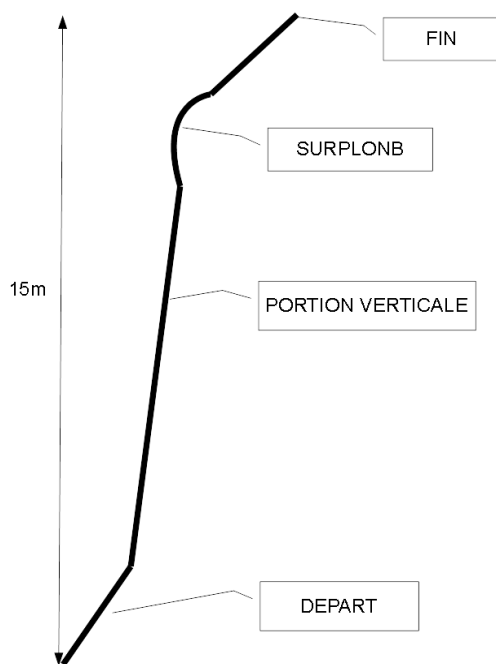


Figure 17. *Profil de la voie*

D'après les données du fabricant, et le calcul du barycentre, le piolet n°1 était un piolet polyvalent, principalement destiné à l'alpinisme technique et à l'escalade sur glace. Les 550 g de ce piolet sont répartis de façon presque homogène entre le manche et la lame. Un dégagement important est disponible sous la tête dû à un angle entre le manche et la lame relativement droit. Un ergot d'appui réglable est positionné sur le manche. Le piolet n°2 était un piolet d'escalade sur glace et de dry-tooling. Les 605 g de ce piolet sont répartis majoritairement vers la tête du piolet. Cela est dû à un manche légèrement arqué qui vient apporter un dégagement sous la lame formant un angle plus fermé avec le manche. La

poignée est englobante avec 3 tailles réglables. Le piolet n°3 était un piolet de dry-tooling et d'escalade sur glace de haut niveau.



Figure 18. *Les trois piolets utilisés pour l'étude*

Les 645 g de ce piolet sont répartis très fortement vers la tête du piolet. Cela est notamment dû à un manche très arqué qui vient apporter un dégagement sous la lame formant un angle plus fermé avec le manche. La poignée est englobante (3 tailles réglables) et propose un ergot d'appui non réglable sur le manche.

Ces trois paires de piolets étaient mises à la disposition des grimpeurs au pied de la cascade. Ces derniers étaient libres de choisir l'ordre d'utilisation des différents de piolets (tableau 3). Afin d'effectuer ce choix, les grimpeurs étaient autorisés à effectuer des essais au pied de la cascade.

Grimpeurs	1^{ère} ascension	2^{ème} ascension	3^{ème} ascension
Grimpeur 1 « Marie »	Piolet n°1	Piolet n°2	Piolet n°3
Grimpeur 2 « Tom »	Piolet n°1	Piolet n°2	Piolet n°3
Grimpeur 3 « David »	Piolet n°2	Piolet n°1	Piolet n°3

Tableau 3. *Ordre d'utilisation des piolets choisis par les grimpeurs*

Recueil des données

Deux types de données ont été recueillis : a) des données d'enregistrements vidéo au cours des ascensions, et b) des données de verbalisation lors d'entretiens a posteriori. Les enregistrements audio-vidéo du comportement des grimpeurs ont été obtenus grâce a) à une caméra paluche « subjective » fixée au casque des grimpeurs, et b) à une caméra « extérieure » réglée avec un plan large et disposée en retrait de la cascade. Les données enregistrées servent à deux fins. La première est de fournir une trace des comportements (e.g., frappes, ancrages, verbalisations pendant l'activité, respiration...) et des données contextuelles à partir desquelles nous pouvons identifier les éléments de la situation significatifs dans le déroulement de l'action (e.g., trajectoire, nature de la glace, aspérités de la paroi, sonorité des frappes). La deuxième est de fournir une base pour la collecte des données de verbalisation permettant au grimpeur à revivre son activité.

Les données de verbalisation ont été recueillies à partir d'entretiens individuels d'autoconfrontation (Poizat, 2006 ; Theureau, 2003 ; Von Cranach & Harré, 1982) avec chacun des grimpeurs. Les entretiens ont été réalisés dans les deux heures suivant l'ascension. Ils consistent à confronter les utilisateurs à l'enregistrement audiovisuel de leur activité. Les participants visionnent l'enregistrement de leurs ascensions et sont invités à décrire et commenter pas à pas leur activité. Cette méthode vise l'expression par le participant de son expérience au moment de l'action commentée : il s'agit pour lui de préciser ce qu'il faisait, ressentait, pensait, percevait lors de l'activité passée, de la manière la plus naturelle possible (Poizat, Sève, & Saury, 2013; Theureau, 2003). Afin de favoriser les descriptions et commentaires sur l'utilisation des piolets, nous avons disposé ceux-ci devant les grimpeurs lors des entretiens, permettant ainsi aux grimpeurs de les saisir à nouveau, dès qu'ils en éprouvaient le besoin. Afin d'aider les grimpeurs à expliciter l'activité qui fut la leur lors de chaque ascension, le chercheur avait recours à différentes questions et relances portant sur les sensations (comment te sens-tu à ce moment ?), les perceptions (qu'est-ce que tu perçois ?), les focalisations (à quoi fais-tu attention ?), les préoccupations (qu'est-ce que tu cherches à faire ?), les émotions (qu'est-ce que tu ressens ?), et les pensées (qu'est-ce que tu penses ?). Les entretiens ont été enregistrés dans leur intégralité à l'aide d'une caméra couplée à un magnétophone. Les entretiens ont duré entre 20 et 25 minutes chacun.

Traitement des données

À partir des données, il est possible dans le cadre de notre processus de conception, de mettre en œuvre différents types de traitement des données dans une approche compréhensive spontanée.

Les données ont été traitées en trois étapes : a) la construction de chroniques d'activité, b) la reconstruction du cours d'expérience pour chaque ascension, c) l'identification des préoccupations-types, des focalisations-types et des actions-types des grimpeurs et leur dynamique au cours de la période d'activité étudiée.

Construction des chroniques des ascensions

Cette étape a consisté à reporter dans des tableaux (tableau 4) et à placer en vis-à-vis la description des actions des grimpeurs lors des ascensions et les verbalisations de chacun d'entre eux au cours des entretiens.

Temps sur la vidéo / temps de l'activité	Verbalisations	Comportements observés
0 : 43	J'ai les ai pris chacun dans mes deux mains et je les ai plantés	
0 : 48	Voir avec quel piolet j'avais les meilleures sensations	
0 : 55	Il me semblait que pour monter ce mur il me fallait un piolet plus droit	
0 : 55	L'inclinaison de la lame me semblait plus propice	S'arrête sur un piolet (quark) (noté par l'observateur)
1 : 05	« sensation de mieux tenir sur la glace avec ce type de piolet »	
1 : 55	En l'essayant je le trouvé bien équilibré j'avais de bonnes sensations	
2 : 03	Le rapport force / accroche je le trouvais optimal	Plante alternativement les piolets dans la glace en bas de la paroi (noté par l'observateur)
2 : 46	Je voulais revenir face à la cascade. J'étais déporté de la corde et en cas de chute, je préférerais être face à la cascade que de profil. J'aurais pu me prendre un coup de piolet ou de crampon	Choisit le Quark
5 : 11	Pour voir la suite de ma progression	
5 : 11	J'ai regardé s'il y avait un impact sur la glace pour planter le piolet là où il y avait un impact	Commence son ascension par un déplacement transversal horizontal
5 : 57 0 : 16	Je trouve pas grand-chose	
6 : 30 0 : 21	Je cherche à utiliser le moins de frappe possible car je n'ai pas envie d'utiliser beaucoup d'énergie dès le début	Regarde le haut de la cascade
6 : 47 0 : 34	S'il y a un impact l'endroit est « croché » je sais qu'il tient. Dans l'intention de la frappe je mets moins d'énergie	Essaie de planter son piolet sur différents endroits
7 : 00 0 : 53	Je regarde où est-ce que je vais pouvoir continuer	
7 : 44 1 : 02	« D'abord placer les piolets dans des endroits qui tiennent puis les pieds » « J'avais l'impression que les mains tenaient mieux que les pieds » « La part de lame du piolet rentrée dans la glace été plus importante que la part de lame des crampons »	Se décale de plus en plus vers la droite sans ascension verticale Frappe peu de fois avec amplitude mais peu de force
8 : 21 1 : 32	J'étais plus confiante sur mes bras que sur mes pieds	Fait bouger le piolet puis tire dessus avec tout son poids
	Besoin de planter un piolet plus solide Mon piolet était bloqué	Regarde successivement ses pieds puis la paroi
	Je me mets « sous » mon bras gauche pour l'économiser et libérer la droite	Refrappe les piolets puis avance pied gauche et pied droit

Tableau 4. Exemple d'une chronique d'activité sur les premières minutes d'une ascension

Reconstruction du cours d'expérience

La deuxième étape a consisté à reconstruire le cours d'expérience des grimpeurs pour chacune des ascensions (tableau 5). Le flux continu de l'activité de chacun des grimpeurs a été découpé sur la base des données d'enregistrement et de verbalisation, en unités d'activité significatives de son point de vue. Par hypothèse, ces unités d'activité sont constituées de six composantes : l'unité élémentaire du cours d'action, le représentamen, l'engagement, l'actualité potentielle, le référentiel et l'interprétant (Theureau, 2006). Pour chacun des cours d'action, la documentation des différentes composantes a été réalisée à l'aide d'un questionnaire spécifique portant sur l'ensemble des données.

L'engagement (E) exprime les préoccupations significatives du grimpeur à l'instant t . L'engagement a été identifié par le questionnaire suivant : Quelles sont les préoccupations significatives du grimpeur en liaison avec l'élément pris en compte dans la situation ? Dans l'exemple (tableau 5), Marie est engagée dans la recherche d'un emplacement pour ses pieds. L'actualité potentielle (A) est ce qui, compte tenu de son engagement, est attendu par l'acteur dans la situation à l'instant t . Elle a été identifiée par le questionnaire suivant : Quelles sont les attentes du grimpeur à cet instant résultant de sa préoccupation et de l'événement considéré dans la situation ? Quel(s) résultat(s) attend-t-il ? Dans l'exemple, les attentes de Marie sont de terminer rapidement l'ascension. Le référentiel (S) correspond aux connaissances appartenant à la culture de l'acteur qu'il peut mobiliser compte tenu de son engagement et de ses attentes à l'instant t . Il a été identifié par le questionnaire suivant : Quelles sont les connaissances mobilisées par le grimpeur à l'instant t ? Dans l'exemple, Marie mobilise des connaissances relatives au mouvement à effectuer pour avancer rapidement sans se fatiguer. Le représentamen (R) correspond à ce qui, dans la situation à l'instant t considéré, est pris en compte par l'acteur. Il a été identifié par le questionnaire suivant : Quel est l'élément significatif dans la situation pour le grimpeur ? Quel(s) élément(s) de la situation considère-t-il ? Quel est l'élément rappelé, perçu ou interprété par celui-ci ? Dans l'exemple, les éléments pris en compte par Marie sont relatifs au fait qu'elle ressent de la fatigue mais que les ancrages des pieds sont suffisamment bons pour progresser.

L'unité élémentaire du cours d'action (U) est la fraction de l'activité qui est montrée, racontée ou commentée par l'acteur. Elle peut être une construction symbolique, une action, (pratique ou communication), une focalisation ou un sentiment. Elle a été identifiée par le questionnaire suivant : Que fait le grimpeur ? Que pense-t-il ? Que ressent-il ? Dans

l'exemple, l'action significative pour Marie est d'avancer en montant alternativement ses deux pieds. L'interprétant (I) correspond à la validation ou à l'invalidation de connaissances antérieures et à la construction de nouvelles connaissances à l'instant t . L'interprétant rend compte de l'hypothèse que toute activité s'accompagne d'un apprentissage. Il a été identifié par le questionnement suivant : Quelles connaissances (in)valident ou construisent le grimpeur à l'instant t ? Dans l'exemple, l'interprétant n'est pas renseigné car rien ne permet d'affirmer l'invalidation ou la validation d'une connaissance.

Tous ces composants ont été renseignés, pas à pas, grâce aux enregistrements vidéo de l'activité, aux entretiens d'autoconfrontation et au questionnement spécifique.

Extrait d'autoconfrontation					
Marie : « <i>Là je profite d'être bien installée pour monter</i> »					
Chercheur : « <i>Bien installée ?</i> »					
Marie : « <i>Oui les piolets accrochent plutôt bien [silence] je cherche de petites aspérités et je monte vite</i> »					
Chercheur : « <i>C'est-à-dire ?</i> »					
Marie : « <i>Je suis fatiguée, je fais des grand mouvements de bras des grands mouvements de jambe</i> ».					
	(U)	(R)	(E)	(A)	(S)
U51	monte tour à tour les deux pieds au niveau du bassin en frappant la glace	la fiabilité des ancrages des piolets, la sensation de fatigue	placer les pieds le plus haut possible	attentes liées à terminer rapidement l'ascension	plus mes mouvements sont amples moins je me fatigue
U52	se redresse et crochète le piolet droit bras tendu	la présence d'un trou dans la glace, la sensation de fatigue	placer les piolets le plus haut possible	attentes liées à terminer rapidement l'ascension	crocheter demande moins d'effort que frapper

Tableau 5. *Extrait du cours d'expérience de Marie*

Identification des préoccupations, actions et focalisations types

Une analyse du cours d'expérience des grimpeurs nous a permis d'identifier les préoccupations, actions et focalisations typiques. Pour cela nous avons analysé les préoccupations, actions et focalisations des grimpeurs afin de les regrouper dans une catégorie d'un niveau de généralité supérieur (typique) si elles relevaient d'un thème commun. Les préoccupations, actions et focalisations typiques ont été regroupées sur la base de trois critères : a) la signification des catégories, b) un niveau de généralité comparable entre les catégories et c) l'utilisation d'appellations qui soient assez discriminantes pour éviter les recouvrements (Strauss & Corbin, 1990). Il s'agit donc d'une proximité descriptive, avec un grand nombre de récurrences faisant référence à une réalité significative pour l'acteur (Bourbousson, Poizat,

Saury, & Sève, 2011). Les catégories ont été définies pas à pas, c'est-à-dire qu'une nouvelle catégorie était créée pour chaque préoccupation, action ou focalisation qui ne rentrait pas dans une catégorie déjà existante. Les catégories typiques ont été nommées de manière à rendre compte de la similarité des préoccupations, actions et focalisations relevant de ce thème. Le tableau 6 montre le regroupement de plusieurs préoccupations sous une même préoccupation typique.

<i>Préoccupations observées régulièrement</i>	<i>Préoccupation typique attribuée</i>
Cherche à vérifier si son piolet ne décroche pas	
Cherche un ancrage qui permet de se suspendre	
Cherche à garder l'équilibre en écartant son pied	
Cherche à rester face à la paroi	
Cherche à réitérer sa frappe	Rechercher la sécurité des
Cherche à enfoncer la lame profondément	ancrages
Cherche à s'assurer de la qualité de l'ancrage	
Cherche une glace moins cassante	
Cherche à éviter que le piolet ne bouge	
Cherche à pouvoir s'appuyer sur les crampons	

Tableau 6. *Exemple d'attribution d'une préoccupation typique en fonction des préoccupations observées*

Agencement temporel des préoccupations typiques

La disposition temporelle des préoccupations typiques a ensuite été étudiée afin de comparer plus facilement l'expérience des grimpeurs lorsque ceux-ci utilisent chacun des trois piolets. Nous avons reconstruit pour cela une représentation graphique de l'enchaînement des préoccupations types. Étant donné que le nombre d'unités significatives est différent pour chaque ascension, nous avons normalisé le graphique en fonction de l'espace afin que chaque ascension soit bornée par trois repères qui sont le début de la présence du grimpeur sur la voie, le premier piolet planté sur le surplomb et l'arrivée en haut de la voie. Ce choix permet de comparer les modalités d'utilisation du piolet en lien avec l'environnement et non avec le temps.

3. Résultats

Description des préoccupations-types des grimpeurs débutants

Les résultats mettent en évidence trois préoccupations-types des grimpeurs débutants. La première préoccupation-type consistait à « rechercher la sécurité des ancrages » (tableau 7). Elle s'est traduite par a) le fait de rechercher un ancrage qui permet de se suspendre sur le piolet sans qu'il ne se décroche et b) la recherche d'un ancrage permettant de pallier un éventuel déséquilibre en déplaçant ou en créant un point d'appui supplémentaire. Cette recherche de la sécurité des ancrages s'accompagnait ponctuellement de différentes vérifications a) au niveau de la lame du piolet en estimant si la longueur rentrée dans la glace était suffisante ou si elle ne s'extirpait pas en effectuant un petit mouvement latéral et b) au niveau des caractéristiques de la glace en inspectant la formation éventuelle d'une zone de fragilité autour de l'impact de la lame caractérisée par des fissures ou la chute de petit bout de glace. Ces vérifications pouvaient s'accompagner d'une réitération de la frappe.

HS n°16 – Marie – Ascension 1 – Piolet 1	
Lors des premières frappes de son ascension, Marie se met à bouger ses piolets de droite à gauche une fois ces derniers plantés dans la glace	
Extrait d'autoconfrontation : « Là il bouge latéralement, je replante ce n'est pas bon »	
<i>Engagement</i>	Cherche à vérifier si son piolet droit ne décroche pas
<i>Unité élémentaire</i>	Effectue un mouvement latéral (de droite à gauche) tout en maintenant le piolet dans l'ancrage
<i>Représentamen</i>	Sensations d'une lame qui s'enfonce peu lors de la frappe
Préoccupation-type	Rechercher la sécurité des ancrages

Tableau 7. Exemple de préoccupation-type

La deuxième préoccupation-type consistait à chercher à « être efficace » (tableau 8). Cette préoccupation-type rassemblait un ensemble de préoccupations liées à la volonté de s'économiser physiquement en faisant l'expérience d'une nouvelle façon de progresser adaptée à la nature de la glace ou au relief. Les grimpeurs pouvaient chercher à a) diminuer le nombre de gestes, b) effectuer des frappes moins puissantes ne visant pas à ancrer profondément la lame dans la glace (ce qui provoque l'expérience d'une fatigue à l'ancrage et au désancrage) ou c) privilégier les crochetages aux frappes quand le relief le permet.

HS n°28 – Tom – Ascension 2 – Piolet 2

A mi-parcours de son escalade, Tom se met à synchroniser les piolets et les crampons différemment en comparaison avec le début de l'ascension.

Extrait d'autoconfrontation : « *Je monte les piolets avec le bras tendu pour être le plus haut possible, après je réduis l'écart, je me sens bien, c'est comme ça que je me suis organisé* »

<i>Engagement</i>	Cherche une façon de progresser qui permet de se sentir mieux
<i>Unité élémentaire</i>	Frappe le piolet droit bras tendu puis alternativement la jambe gauche et droite
<i>Représentamen</i>	Sentiment que l'organisation des dernières frappes permet de se sentir mieux
Préoccupation-type	Rechercher un sentiment d'économie

Tableau 8 : *Exemple de préoccupation-type*

La troisième préoccupation-type consistait à « rechercher un itinéraire » (tableau 9). Cette préoccupation-type rassemblait un ensemble de préoccupations relatives à la volonté de repérer et de contrôler une trajectoire qui se traduisaient soit a) par l'observation générale du profil de la voie ou de la qualité des différents types de glace présents sur la cascade pour anticiper la trajectoire et identifier une zone favorable à l'évolution, soit b) par une identification et une reconnaissance du relief de la voie pour s'assurer d'évoluer dans le couloir le plus propice à l'ascension.

HS n°12 – Tom – Ascension 2 – Piolet 2

Après 5 m d'ascension, Tom regarde à plusieurs reprises l'ensemble de la cascade de glace en levant la tête vers le haut et en décollant son corps de la paroi.

Extrait d'autoconfrontation : « Je reconnais le couloir à 1 m, 1 m50 je sais que je suis passé par là (au premier passage) donc je ne change rien »

<i>Engagement</i>	Cherche à se diriger en reconnaissant un passage déjà emprunté
<i>Unité élémentaire</i>	Observe le haut de la voie et reconnaît le couloir déjà emprunté
<i>Représentamen</i>	Sensations de « déjà vu » concernant le relief et le profil de la glace
Préoccupation-type	Rechercher un itinéraire

Tableau 9. *Exemple de préoccupation-type*

Des modalités d'utilisation indexées aux caractéristiques physiques des piolets

À partir de la représentation graphique de l'évolution des préoccupations-types (figure 19), nous avons identifié les dynamiques d'utilisation propre à chacun des piolets. Ces variables d'ajustement, spécifiques à chaque piolet, sont nommées modalités (Saury, Nordez, & Sève, 2010). La modalité se traduit par différents modes d'action et d'utilisation en fonction de la nature de l'activité et de la médiation technique support de cette activité. La modalité est l'unité pertinente susceptible d'enrichir la compréhension des phénomènes d'ajustement de l'acteur en fonction du piolet afin de concevoir des dispositifs (Saury, Nordez, & Sève, 2010). Pour les renseigner, nous avons repéré les bascules entre les préoccupations-types, mais aussi l'apparition de nouvelles possibilités d'action et de perception en lien avec le piolet utilisé.

Modalités indexées au piolet 1

La préoccupation-type la plus saillante lors de l'utilisation du piolet n°1 était la recherche de sécurité dans les ancrages. Les grimpeurs faisaient apparaître un doute presque permanent concernant la qualité des ancrages. Les résultats montrent des évaluations répétées de la qualité de ces ancrages : « *Ils bougent de droite à gauche, ce n'est pas bon* » (Marie).

Nous avons identifié la construction d'actions-types consécutives à ce doute relatif à la qualité des ancrages : a) une action-type « d'enquête » où le choix de l'itinéraire était lié à la présence de zones d'ancrage perçues comme fiables et propices : « *Je regarde précisément où je plante chaque piolet* » (David), « *Je regarde où est-ce que je vais pouvoir continuer* » (Tom), b) une action-type « de frappe appuyée des crampons » où les grimpeurs s'assuraient d'ancrer correctement leurs crampons avant d'utiliser les crampons : « *Les pieds doivent être stables pour planter les piolets* » (Tom), c) une action-type « de frappe puissante » où les grimpeurs tentaient de satisfaire ce critère de réalisation d'un ancrage sécuritaire : « *Il faut frapper fort pour percer cette glace* » (Marie), « *Ça ne rentre pas bien* » (Tom).

Ici, l'action-type « de frappe puissante » venait progressivement transformer l'expérience de grimpe du fait de la forme du piolet. En effet, celui-ci possédait une gâchette sur le manche et la répétition des frappes fortes provoquait des douleurs dans les doigts et de la fatigue dans les bras : « *J'avais mal à l'index avec la petite palette* », « *Ça me fait crisper l'index* » (Marie), « *J'en avais plein les bras* » (David).

L'apparition de ces douleurs impliquait certains ajustements et de nouvelles actions-types émergeaient. Pour David cela passait par la recherche de nouvelles modalités d'action comme frapper plus haut que d'habitude pour avoir le bras tendu. De cette façon, David cherchait à avoir le plus possible les bras dans l'alignement des piolets pour réduire ses douleurs. Les autres grimpeurs délayaient régulièrement leurs bras. De fait, à la fin des ascensions, la saillance des préoccupations-types évoluait et celle liée à la recherche d'un sentiment d'économie devenait plus présente chez les grimpeurs.

Modalités indexées au piolet 2

Les résultats montrent pour le piolet n°2 une saillance des préoccupations-types liées à la recherche d'efficacité. La préoccupation-type liée à la sécurité était également présente comme pour le piolet n°1 mais s'estompait dès les premiers mètres d'ascension.

Nous avons identifié la construction d'actions-types relatives à cette recherche d'efficacité : a) une action-type « de crochetage » qui consistait à placer la lame dans un trou pour rechercher un ancrage, évitant ainsi de frapper la glace avec le piolet : « *Je suis plus stable dans les trous* » (David), b) une action-type « d'organisation » qui consistait à diminuer le nombre de frappes : « *Je groupe un peu plus et je m'étends, si en 5 mètres je peux faire 3 frappes au lieu de 15* » (Tom), c) une action-type « de modification de posture » qui consistait à aligner le corps sous les piolets : « *J'aligne les piolets l'un au-dessus de l'autre [...] c'est plus pratique pour moi* » (Tom).

Il est intéressant de constater que, peu avant le surplomb, la saillance des préoccupations évoluait de nouveau. La préoccupation-type qui consistait à rechercher un itinéraire devenait plus présente.

On note alors une nouvelle action-type « d'analyse » qui visait à observer le relief général de la cascade pour choisir le couloir le plus propice à l'évolution : « *Je prends des informations sur la forme de la voie, la qualité de la glace* » (Marie).

Modalités indexées au piolet 3

La préoccupation-type la plus saillante lors de l'utilisation du piolet n°3 était la recherche de sécurité dans les ancrages. Les grimpeurs faisaient apparaître une difficulté permanente concernant la réalisation des ancrages et l'obtention des critères permettant un bon ancrage. Un usage-type se dégageait chez tous les grimpeurs et consistait à réitérer les frappes : « *Je n'arrive pas à le planter, je recommence encore* » (Marie).

Avec ce piolet, l'expérience de la sécurité s'est construite avec difficulté. On repère trois focalisations-types déterminantes dans la saillance de la préoccupation-type relative à la sécurité des ancrages : a) une focalisation-type sur le « mouvement » du piolet lors de la frappe, celui-ci se dérobait sur la glace lors des frappes, ce qui amenait parfois à un découragement : « *Quand je frappe il vrille ; j'abandonne* » (Tom), b) une focalisation-type sur la « perception » « *déroutante* » (Tom) du centre de masse du piolet se situant vers la tête de celui-ci : « *Il a l'air assez lourd vers la lame [...] il part sur le côté [...] on le contrôle moins avec la main* » (Marie), c) une focalisation-type sur le « contact » entre le piolet et la glace : soit le bas du manche du piolet avait tendance à toucher la glace avant la lame, soit le point de contact entre la lame et la glace ne se faisait pas sur la pointe mais sur le dos de celle-ci : « *Je ne comprends pas on dirait qu'il est moins pointu* » (Marie), « *Je frappe la poignée d'abord [...] je n'arrive pas à le planter* » (David).

Parallèlement, deux actions-types se construisaient en lien avec ces focalisations-types. Il s'agissait a) d'une action-type « de répétition des frappes » pour réussir l'ancrage et b) d'une action-type « d'enquête » pour rechercher des positions reposantes, des marches dans la glace ou des trous pour éviter de frapper la glace : « *Je cherche toujours des trous* » (Tom).

De ce fait, la saillance des préoccupations-types évoluait au cours de l'ascension et on remarque rapidement que celle liée à la recherche d'itinéraire devenait majoritairement présente.

Comme les grimpeurs orientaient le choix de leur itinéraire en fonction de la présence d'aspérités dans la glace, cette lutte contre la glace « lisse » pouvait transformer l'expérience de grimpe. Pour Marie il s'agissait d'un bouleversement perceptif : « *Je me demande si je suis le même itinéraire que tout à l'heure, je n'ai pas les mêmes sensations* ». Pour David il s'agissait d'une modification de la frappe. À l'inverse des autres grimpeurs, celui-ci tentait d'explorer les différents ancrages possibles avec le piolet, quitte à se forcer à frapper en délaissant le crochetage qui jusqu'alors semblait la seule alternative face à des frappes droites et fortes qui ne permettaient pas d'ancrer la lame. Il transformait alors la contrainte en un jeu : « *Je ne cherche plus à crocheter obligatoirement* », « *Je me force à frapper, je m'amuse* ». Cette volonté ponctuelle de ne plus se sentir dépendant du relief de la glace (la présence obligatoire de trous pour crocheter) engendrait une modification des gestes. L'analyse de la vidéo montre l'apparition d'une frappe plus souple, plus enroulée autour du poignet qui nécessitait peu de puissance pour que la lame s'ancre.

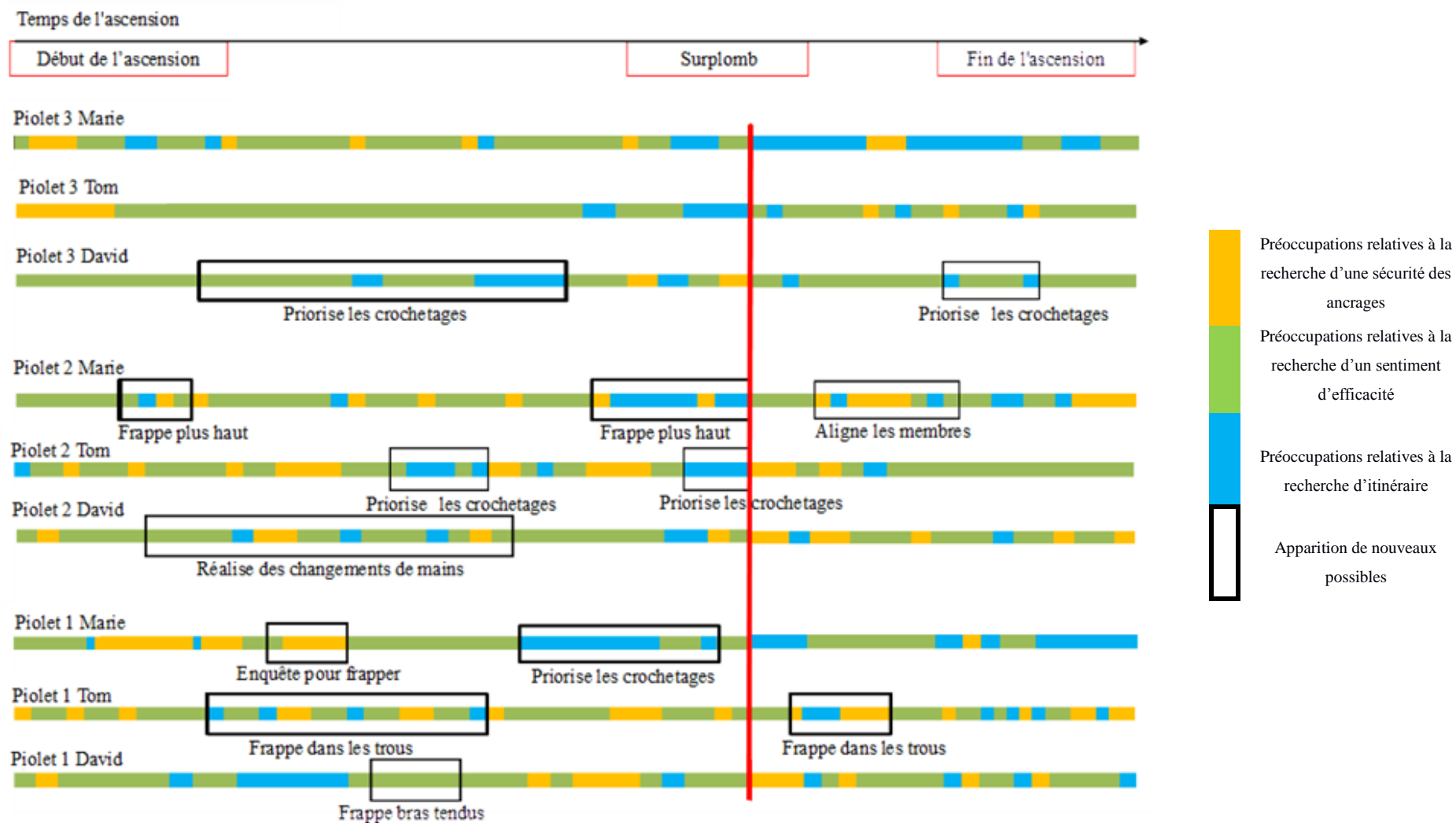


Figure 19. Enchaînement des structures en fonction de chaque piolet

4. Discussion

Au travers de cette étude, nous avons mis en évidence que l'utilisation d'un même piolet par différents grimpeurs laisse apparaître des invariants et que certains piolets soutiennent plus ou moins l'émergence de nouvelles formes d'utilisation permettant de progresser dans l'environnement. Ainsi, l'analyse de la dynamique temporelle expérientielle de chaque grimpeur valide les hypothèses et confirme que la répartition des préoccupations-types influence l'émergence de nouveaux usages si certains critères d'utilisabilité sont satisfaits.

De manière générale, la comparaison de la répartition des préoccupations-types liées à l'utilisation de chaque piolet laisse entendre l'existence d'un lien entre un « effet courbure/répartition des masses » et l'actualisation des préoccupations et des modalités d'utilisation des piolets. Trop droits ou trop courbés, et l'on observe une faible confiance dans l'ancrage (piolet 1) ou des difficultés à ancrer (piolet 3) donc une préoccupation récurrente liée à la sécurité/fiabilité des ancrages. Le piolet 2, avec ses caractéristiques physiques (courbure moyenne et répartition des masses en tête de piolet) encourage une activité d'enquête (chercher une glace propice à la frappe ou aux crochetages) et de nouvelles modalités d'utilisation comme celle de placer la lame dans un trou au lieu de la frapper (prioriser les crochetages). Cette activité d'exploration est rendue possible par le sentiment d'être rassuré sur la fiabilité des ancrages. Ce sentiment apparaît quand la courbure et la répartition des masses du piolet sont particulières. Ces deux modalités influencent de façon notable la modalité d'ancrage. Les crochetages sont favorisés par une courbure du manche et des masses réparties vers la tête du piolet (piolets 3 et 2). À l'opposé, les manches plus droits encouragent la frappe (piolets 1 et 2). Cela influence notamment le choix des itinéraires. Les débutants tentent de reproduire le même itinéraire mais le design des piolets contrarie cette préoccupation en invitant à évoluer sur une surface propice au type d'ancrage permis par le piolet.

Nous pouvons également remarquer que l'évolution de la répartition des préoccupations-types évolue selon un schéma que l'on peut décrire comme suit : en dépassant l'aspect sécuritaire lié à l'ancrage et à la volonté de ne pas tomber, les grimpeurs glissent vers une préoccupation performative où l'activité de grimpe se développe au profit d'une activité plus économe en gestes. Cette évolution dynamique des préoccupations-types appelle

l'émergence de nouveaux possibles, qui, même s'ils ne sont pas les mêmes pour chaque grimpeur, se manifestent dans des conditions identiques, à savoir l'usage du même outil dans un même environnement et après une phase de préoccupations majoritairement liées à la sécurité des ancrages. Ainsi, les débutants ont pour préoccupation-type la sécurité, puis, en fonction des caractéristiques techniques du piolet, l'expérience de cette sécurité se transforme. Pour l'un, elle est définie par la longueur de lame enfoncée, pour l'autre par une bonne fiabilité des ancrages perçue malgré une longueur courte de lame enfoncée. L'évolution de l'expérience de la sécurité permet par la suite d'évoluer dans l'activité pour aller, dans un premier temps, vers de nouvelles façons de se mouvoir (changement de mains, alignement des membres, frappes hautes), puis vers une lecture plus fine de l'environnement sur lequel le grimpeur évolue.

Ainsi, modalités d'utilisation et caractéristiques physiques des piolets sont en interdépendance. La forme et la structure de la glace, perçues de façon singulière selon le piolet utilisé, peuvent favoriser la mémorisation du trajet à emprunter ou encourager certaines actions telles que les frappes bras tendu ou la propension à réaliser des crochetages. Ces actions encouragées laissent penser que chaque piolet est de nature à laisser percevoir des affordances (Norman, 1999, 1988) chez les grimpeurs au travers d'une forme et d'une répartition des masses contraignante. Il y a une relation circulaire entre les caractéristiques physiques de chaque piolet, les actions des grimpeurs et la perception de la paroi. Le piolet est donc signifiant pour et dans l'action. Nos analyses rendent ainsi compte d'une prédominance des préoccupations-types et des actions-types en fonction du type de piolet utilisé, aboutissant à une perception singulière de la voie mais découlant de cette dernière dans un même temps. De ce fait, il y a une utilisabilité différenciée en fonction des piolets, au sens où, chaque outil engendre une activité particulière naissante et productrice de ressentis particuliers au regard des possibles qu'offrent les caractéristiques physiques des piolets.

5. Conclusion

Comprendre l'utilisabilité comme un processus qui s'actualise en fonction des opportunités d'action, des perceptions et du piolet, marque, de ce fait, l'importance d'évaluer l'utilisabilité en prenant au sérieux l'ensemble de l'expérience des acteurs dans un objectif de conception pour les débutants. Le réinvestissement des nouveaux possibles dans l'activité de grimpe est un produit de ce processus et traduit une utilisabilité développée. Il y a donc une ouverture/clôture du champ des possibles dans le temps plus ou moins marqué en fonction du type de piolet.

Ce processus de dynamique de l'utilisabilité émerge d'une relation à l'objet qui se construit en fonction de l'évolution du couple perception/action où le piolet sert directement à l'action au lieu d'être l'objet de celle-ci (Cahour et al., 2007 ; Stiegler, 1994). Notre méthode qui analyse l'activité avec une vision non anthropocentrée permet l'examen de l'utilisabilité du piolet en considérant celui-ci comme étant plus qu'un simple artefact conçu et utilisé (Steiner, 2010). Le piolet est alors pensé comme un médiateur dans l'activité de grimpe qui permet d'étendre et d'optimiser la cognition. Vinck (1999) développe la notion « *d'intermédiation* », c'est-à-dire d'objets intermédiaires-médiateurs « *qui peuvent ajouter ou retirer quelque chose à l'action et en modifier le cours* » (Vinck, 1999, p. 408). Le piolet, en s'actualisant comme médiateur, ouvre les possibilités d'action des grimpeurs tout en les contraignant notamment par leurs formes ou la répartition de leurs poids. Du point de vue de la conception, cette médiation est constitutive à double sens (Havelange, 2005 ; Steiner, 2010) : a) le piolet est un constituant de l'activité humaine qui transforme le pouvoir d'action, la perception et la nature de l'activité de grimpe, b) le piolet appelle constamment de nouvelles pratiques. Il s'agit d'admettre que le piolet peut affecter le cours de l'action. À ce titre, notre démarche méthodologique prend tout son sens dans une optique de conception d'outil d'aide à la progression pour débutant (Visser, 1992) en offrant un mode d'explorer l'activité pour cerner l'impact de l'outil sur l'exploration et l'appropriation de la pratique au travers de nouveaux usages chez les débutants.

Orienter la conception vers l'appropriation

C'est après avoir révélé le processus de construction différencié de l'utilisabilité en fonction des outils, que nous envisageons de dépasser cette notion afin de ne plus seulement

concevoir du matériel, ou un objet technique, en prenant en considération les limites de l'utilisateur mais en s'interrogeant désormais sur l'intégration des objets dans l'activité des grimpeurs par les grimpeurs. Pleinement conscients des critiques adressées aux évaluations ponctuelles majoritairement mises en œuvre dans l'approche User-Experience, nous proposons une réflexion autour de l'appropriation comme critère d'évaluation des situations afin d'élargir le concept d'utilisabilité vers un critère d'appropriabilité en prenant en compte le couplage activité-situation lors du processus d'évaluation. Cette ouverture du champ de l'expérience utilisateur vise ainsi à prendre en compte, d'une part le pouvoir constituant de la future transformation de la situation et d'autre part, le caractère inachevé de l'activité humaine.

Dans le cadre de l'approche cours d'action et dans une visée de conception, cela incite à prendre en compte a) différentes échelles temporelles, b) l'unité de l'acteur humain dans sa relation à la situation transformée, et c) le caractère actif/créatif de l'acteur humain dans cette situation (e.g., Carroll, Howard, Peek, & Murphy, 2003, 2002a, 2002b).

Plus spécifiquement, s'interroger sur l'appropriation des piolets pour l'escalade sur cascade de glace consiste à questionner leur intégration au « *corps propre* » (Andrieu, 2004) des grimpeurs, au fonctionnement ordinaire de ces derniers (Rabardel, 1995) et plus largement à la communauté de pratique des glaciéristes (Stiegler, 1994).

Nous envisageons, dans cette perspective, d'affiner les résultats par une analyse plus précise de l'appropriation. De fait, l'intégration, partielle ou totale, d'un objet, d'un outil ou d'un dispositif au corps propre de l'acteur devient l'objet de conception. L'opérationnalisation de ce principe de conception d'aide se heurte alors à la question de l'opacité/transparence de ces objets. Un objet efficace pour l'action est un objet devenu « *transparent* » (Winograd & Florès, 1986). On peut imaginer que le piolet, une fois incorporé, échappe à la conscience pré-réflexive de l'acteur. Il convient alors d'introduire un nouvel objet théorique.

II. Étude 2 : saisie du processus d'appropriation

L'objectif de ce chapitre est de saisir, au travers d'une étude sur l'activité technique en cascade de glace, des traces ou des marqueurs du processus d'appropriation de piolets pour orienter la conception de ces derniers. Cela nécessite de définir les enjeux d'une telle conception mais aussi de définir le support de cette conception, à savoir le concept d'appropriation, en s'appuyant sur une façon de penser la technique comme nous l'avons formulé dans le programme de recherche technologique.

1. Intérêt d'une conception pour l'appropriation

Limites de l'approche User-Experience

Vouloir concevoir en élargissant le champ de l'expérience des utilisateurs consiste notamment à intégrer les limites de cette approche pour les dépasser. La première limite a déjà été explicitée dans la partie théorique et est de nature théorique. Cette limitation a des effets directs sur la définition de méthodes appropriées à l'étude de l'expérience dans la mesure où il n'y a pas de continuité logique entre conception de l'objet d'étude « expérience » et les modes d'appréhension empiriques de cet objet. L'objet cours d'expérience nous a permis de dépasser cette limite. La seconde limite de l'approche User-Experience est liée à son caractère individu-centré (Salembier, 2008) qui reproduit l'erreur des modèles cognitivistes de l'interaction homme-machine que nous avons pu décrire. Aborder la thèse de la technique comme anthropologiquement constitutive permet de circonscrire cette limitation en considérant l'activité comme aussi bien déterminée par l'acteur que par l'objet technique. Certains auteurs tentent également de socialiser la notion d'expérience utilisateur en considérant que l'expérience peut être socialement construite et partagée au cours d'une interaction (Battarbee, 2003). En effet, la conception de la conscience pré-réflexive comme éclatement vers le monde que propose Sartre (1960, 1943) (et que nous avons adoptée) est cohérente avec l'idée de l'activité comme étant histoire en train de s'accomplir dans le couplage structurel. L'activité est donc aussi tournée vers un « *autrui appartenant à ce monde* » (Theureau, 2002, p. 31). La caractéristique commune des objets théoriques du programme de recherche est qu'ils sont individuels-sociaux, et considèrent l'activité

individuelle d'un acteur individuel dans sa relation avec sa situation, donc aussi avec les autres acteurs qui y participent. Ainsi, prendre en compte les limites de l'expérience utilisateur pour la conception passe par a) une définition de la technique et b) un objet théorique individuel social.

Liens entre l'étude de l'expérience et l'appropriation

Parmi les conséquences introduites par les problématiques de nouvelle utilisabilité et d'expérience des utilisateurs que nous avons déjà abordées, une des plus importantes pour la problématique de conception réside dans la prise en compte d'une temporalité plus longue facilitant le processus d'appropriation de l'objet impliqué dans l'activité. Les méthodologies d'accès à l'activité généralement mises en œuvre et concernant les acteurs novices confrontés pour la première fois à un nouvel objet technique sont insuffisantes pour prendre en compte un concept qui s'actualise sur une temporalité longue. Il est donc difficile, dans ces conditions, d'étudier la dynamique du processus d'appropriation. Travailler sur des temporalités plus longues permet de dépasser cette limite, mais seulement partiellement. Cette extension de la période d'utilisation, pour être pertinente, doit également s'accompagner d'un ajustement des méthodes d'analyse de la situation et doit permettre de restituer la dynamique du processus en recourant à des méthodes plus qualitatives que dans les études classiques sur l'expérience des utilisateurs de type « tests utilisateurs ».

Élargissement du champ temporel de l'évaluation

Dans un objectif de conception, nous partons du principe que prendre en compte des durées d'utilisation plus importantes permet une meilleure documentation empirique de la diversification du couplage structurel dans l'activité. Disposer de données plus riches sur un empan temporel plus important permet également de repérer d'éventuels phénomènes significatifs et potentiellement récurrents dans l'utilisation du piolet. Ces phénomènes sont autant de marqueurs potentiels de l'appropriation. Cela nécessite a) de définir finement l'appropriation pour construire des bases pertinentes pour l'analyse et b) de développer des concepts nouveaux, des objets de conception nouveaux et un objet théorique nouveau qui permet d'aborder l'activité sur des périodes longues et discontinues.

Dans le cadre du cours d'action, l'objet générique de conception fondamentale étant celui de situation et les critères essentiels étant l'aide, il s'agit de passer de la situation d'aide

(avec des critères d'utilité/utilisabilité) à la situation d'appropriation (Theureau, 2002). Il faut aussi souligner le cumul possible des critères d'aide et d'appropriation et une possible hétérogénéité entre court terme, moyen terme et long terme (Theureau, 2003). Pour le cours d'expérience, il s'agit de l'ouvrir vers le cours de vie relatif à une pratique.

2. Définition de l'objet théorique

Appropriation et culture matérielle

Pour le matériel d'escalade, la qualité est un impératif : la vie du grimpeur est littéralement suspendue à son matériel. Une relation évidente et vitale s'organise et se construit. Ce corps à corps spécifique avec la matière traduit un couplage corps-objet synonyme d'incorporation (Julien & Rosselin, 2005 ; Warnier, 1999). La notion de technique du corps de Mauss (1950, 1936) est pertinente pour aborder et saisir la pluralité des profils et des approches de l'activité d'escalade sur glace. En effet les techniques du corps sont « *les façons dont les hommes, société par société, d'une façon traditionnelle, savent se servir de leur corps* » (Mauss, 1950, p. 365). Nous penserons cependant les techniques du corps comme étant indissociables de la matière et des objets techniques, à l'image des travaux du groupe de réflexion Mâp (Matière à penser). Leurs travaux portent sur les modalités des liens entre les techniques du corps et les objets. Ainsi, l'individu construit des techniques du corps en lien avec l'environnement dans lequel il se trouve. Ces techniques lui permettent de devenir un agent social compétent car adapté. Il y a alors apprentissage et construction de savoir-faire et de savoir-être (Julien, Rosselin, & Warnier, 2009). Ces derniers sont cependant difficilement exprimables. On peut parler de savoirs tacites (Roustan, 2005). Il s'agit de « *tout ce que les acteurs connaissent de façon tacite, tout ce qu'ils savent faire sans pour autant pouvoir l'exprimer directement* » (Giddens, 1987, p. 33 cité dans Roustan, 2005). Le sentiment d'avoir accompli une action peut cependant en être l'expression perceptible. Nous rejoignons ici la notion centrale de pré-réflexivité de l'activité de notre programme de recherche. Les émotions et les sentiments créés par notre corps à corps avec l'objet contribuent ainsi à nous connaître et nous reconnaître à travers notre capacité de reconnaissance des sensations, de satisfaction individuelle, de gratification ou de recherche des limites. L'environnement est changé d'un point de vue subjectif, notre capacité et notre manière d'y répondre évoluent en fonction de l'action. De nouveaux stimuli émotionnels nous sont perceptibles et orientent une

nouvelle attitude dans l'activité. La perception subjective d'un nouvel environnement a fortiori matériel (équipements, outils de progression, dégaines...) engendre une conscience de la nouvelle culture matérielle. Les ajustements corporels deviennent possibles. Là, l'individu qui agit dans sa relation à la matière, précise ses capacités à se centrer de plus en plus sur l'action nouvelle et inconnue en devenant plus ou moins réceptif à certains stimuli. Le couplage homme-machine se précise. L'outil devient alors un prolongement du corps, voire le corps lui-même car c'est une incorporation de l'objet par le corps propre. Du point de vue de l'anthropologie voire de l'anthropotechnologie (Geslin, 2002), cela est possible car les objets sont avant tout considérés comme étant « matière ». Warnier (1999) insiste sur la qualité singularisante de cette matière. Nous entretenons un rapport avec la matière et les objets techniques. C'est un rapport sensoriel dans un premier temps (Steiner, 2010). Cette matière peut ensuite devenir « outil » si le corps entretient un rapport étroit d'usage (moteur) avec l'objet technique. Ainsi, nous apprenons à utiliser des objets comme outils en les intégrant dans des routines sensori-motrices : « *On apprend notamment à se servir de l'outil en maîtrisant les relations entre les actions posées avec cet outil et les retours sensoriels de cette action* » (Steiner, 2010, p.16). L'appropriation sensori-motrice de l'outil va ainsi de pair avec une incorporation de l'outil dans le corps sentant et agissant (Lenay, 2006) : l'usage régulier de l'outil fait disparaître l'impression que l'outil est une interface tangible entre le sujet et l'environnement. L'outil devient plutôt transparent (Lenay, 2006) car sa préhension est ressentie comme une extension du corps (aux niveaux sensoriel et moteur).

Ainsi, dans la mesure où l'objet matière se lie à un de nos membres, il participe à notre kinesthèse, c'est-à-dire qu'il prend une place dans notre perception du corps lorsqu'il intervient dans nos délibérations pour agir. On passe d'une simple relation sensorielle à une prolongation de soi par l'objet.

L'incorporation est donc l'acte de « faire siens » les objets et d'agir avec eux. C'est le fait de pouvoir conduire une voiture sans penser au contact des pneus sur la route mais en mobilisant l'objet dans la vision de soi dans l'action, c'est-à-dire de sentir la route via l'action de conduite, via le volant (Warnier, 1999) : « *L'aveugle perçoit le monde au bout de la canne ; le conducteur perçoit la texture de la route avec les roues* » (Merleau-Ponty, 1945, p. 167). L'individu a alors, par le fait de s'être approprié un objet de l'environnement matériel, construit une vision de l'action possible avec la matière (figure 20).

On peut ainsi distinguer des profils culturels particuliers engendrant des profils de conduite particuliers par construction sociale du corps et de l'objet (Faure, 2003, 2000 ; Mauss, 1950 ; Wacquant, 2002). En revanche il faut être clair sur le fait que ces dispositions, à être ou à faire, ne conduisent pas de manière déterminée à une action déterminée. Elles ne se révèlent et ne s'accomplissent que dans des circonstances appropriées et dans la relation avec une situation (figure 20). Un agent social se construit alors comme compétent et appétent, c'est-à-dire doté des capacités d'agir, de sentir et de penser de façon adéquates à l'univers dans lequel il se trouve. La figure 20 schématise le processus d'appropriation dans un environnement matériel et socio-culturel.

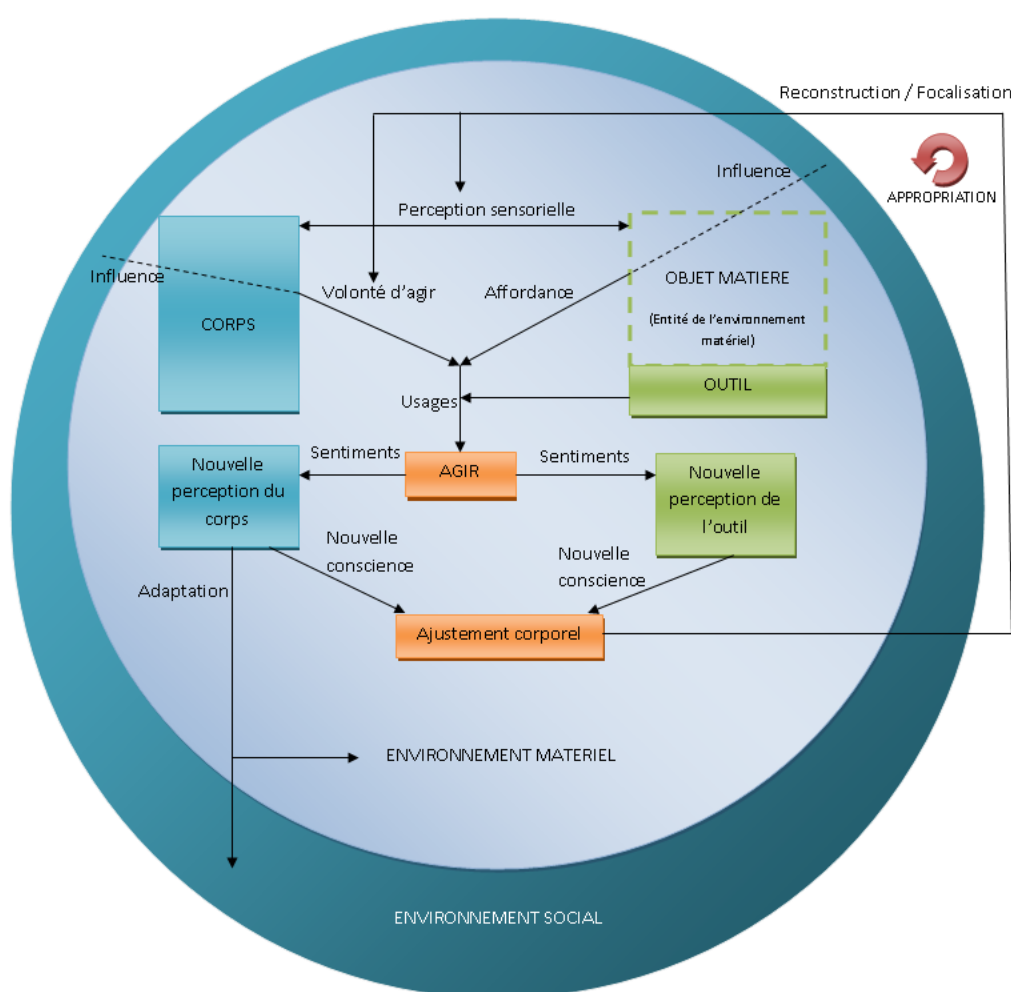


Figure 20. Représentation schématique du processus d'appropriation anthropologique

Appropriation et perception

À ce stade, il devient nécessaire de définir la notion de perception qui est centrale dans le processus de saisi des objets. Là, deux conceptions s'opposent. La première est une vision indirecte de la perception dans laquelle action et perception sont dissociables et médiées par une étape de traitement de l'information au niveau central (Rock, 1997). La seconde, plus proche de notre programme de recherche, initiée par Gibson (1979) est une vision écologique dans laquelle la perception et l'action sont indissociables. Autrement dit, la perception est directe c'est-à-dire non médiée par des représentations mentales ou ne s'appuyant pas sur des règles symboliques. Compte tenu de cette opposition théorique toujours aussi vivace en science cognitive, il est important dans ce travail d'avoir une idée claire des principes de base de la théorie proposée par Gibson (1979) et des concepts qui en découlent et qui sont bénéfiques pour la compréhension de l'appropriation. Selon l'approche écologique, lorsque nous évoluons librement dans notre environnement (il faut entendre niche écologique au sens de Gibson c'est-à-dire le monde extérieur pertinent et intrinsèque pour un animal), notre posture et notre locomotion s'adaptent très souplement et sans que nous en ayons conscience au terrain sur lequel nous nous déplaçons (Luyat & Regia-Corte, 2009). Nous n'essayons pas d'atteindre des objets inatteignables. La perception juste des conséquences des actions à venir est au cœur d'un ajustement entre la perception et l'action. Par ajustement, il faut entendre la justesse et l'économie d'action qui est finalement réalisée par rapport au très grand nombre de possibilités d'actions réalisables. L'affordance de Gibson (1977) traduit fidèlement cette faculté de l'homme (animal) à guider ses comportements en percevant ce que l'environnement lui offre et résulte du postulat de réciprocité entre l'organisme (humain ou animal) et son environnement (niche écologique). Cette réciprocité est le lieu d'émergence du processus perceptif. Cela correspond aux quatre premiers principes de la psychologie écologique pour définir une approche incarnée/intégrée du comportement (Richardson, Shockley, Fajen, Riley, & Turvey, 2008). Premièrement, le système environnement-organisme est l'unité d'analyse appropriée du comportement. Deuxièmement, la réalité environnementale doit être définie à l'échelle écologique. Troisièmement, le comportement émerge de ce système et il y est auto-organisé. Quatrièmement, les perceptions et les actions s'organisent de façon cyclique.

Psychologie écologique et éinaction

L'éinaction, ou cognition incarnée comme portée par l'hypothèse de substance de notre programme de recherche, est un concept qui lie non seulement la perception et l'action mais la cognition à ces deux autres composantes de l'activité humaine. L'éinaction a récemment réactivé très fortement le débat entre les théories inférentielles de la perception (internalisme) et les théories a-représentationnelles (externalisme) (Brassac, 2006 ; Lenay, 2006). Quand Gibson (1979) propose d'étudier la perception en tant que moyen d'adaptation pour l'Homme « *we must perceive in order to move, but we must also move to perceive* » (Gibson, 1979, p. 223), il présuppose une part du couplage structurel présent dans le concept de l'éinaction. De fait, nous nous positionnons pour une perception qui s'inscrit avant tout dans l'interaction entre l'organisme et sa niche écologique. Il y a donc un lien mutuel ou réciprocité entre l'animal et l'environnement et une indivisibilité entre la perception et l'action. Le premier postulat définit donc le lieu où prend place la perception, à savoir le système homme-environnement. Le deuxième postulat, l'indissociabilité entre la perception et l'action, définit, quant à lui, ce qui cause, ce qui permet la perception. En effet, il est trivial de constater que la réalisation d'un acte moteur volontaire dans le but d'atteindre un objectif, comme saisir un objet ou se déplacer dans l'environnement vers un lieu précis, est sous la dépendance de la perception et de sa précision. En revanche, ce qui est moins évident, c'est l'apport direct de l'action dans le processus perceptif. En d'autres termes, on ne peut percevoir que dans l'action. Dans le paradigme écologique, si la main d'un glaciériste tient seulement le piolet à une de ses extrémités, ce n'est pas l'exploration haptique (tactilo-kinesthésique) par les doigts de la main qui permet de percevoir la longueur et la forme du piolet, mais les dynamiques complexes du mouvement. On peut parler de prothèse de substitution sensorielle (Bach-y-Rita & Kercel, 2003). L'action de bouger le piolet rend donc possible la perception dans le couplage acteur-environnement. L'indivisibilité entre la perception et l'action met le corps agissant, ou en tout cas, capable de mouvements dans l'environnement, au centre du phénomène perceptif, sinon à l'origine. Si l'objet technique est, dans sa mise en mouvement, un élément qui permet la perception, il est important de questionner sa capacité à devenir un élément de la perception par incorporation au corps perceptif et agissant (Lenay, 2006) dans sa relation au couplage acteur-environnement.

Appropriation et constitutivité de l'objet

En suivant la terminologie de Lenay (2002), l'objet technique existe sous au moins deux modes de relation avec l'utilisateur : en tant que saisi, et en tant que lâché/déposé :

— saisi, l'objet technique joue un rôle constituant pour nos capacités d'action, de raisonnement ou encore de perception, en étant non-perçu, ou encore transparent (je perçois la glace par mon piolet ; je ne perçois pas mon piolet). À partir de cela, on peut, au sein de l'objet technique constituant, distinguer a) la constitution se réalisant par incorporation (l'utilisateur fait l'expérience de l'objet technique comme partie de lui-même ; l'objet est une extension transparente du corps propre, amplifiant ses pouvoirs d'action et de perception), de b) la constitution se réalisant sur un mode herméneutique (l'objet technique médiatise l'accès et la relation à un nouveau monde autrement inaccessible, en offrant quelque chose de nouveau à voir par le biais de représentations à déchiffrer) ;

— lâché/déposé (en étant disponible ou défectueux), l'objet technique peut être vu, considéré, partagé, transmis, réparé, amélioré, voire craint. Il existe alors avant tout sur un mode constitué.

On peut cependant imaginer diverses complexifications et nuances de cette partition entre saisi et déposé. Par exemple, son rôle constituant, l'outil ne le joue que si l'acteur est capable de l'utiliser et donc de le saisir, éventuellement en ayant au préalable perçu l'outil comme saisi par un autre. Lorsque je perçois le piolet saisi par un autre grimpeur, alors celui-ci existe sur un double mode : il est constituant pour autrui, et constitué pour moi, en tant que sujet percevant. Ma perception de la saisie de l'objet technique par autrui n'est donc pas exclusivement la perception d'un simple outil déposé (comme lorsque le piolet est à terre), elle est aussi une perception du rôle constituant de l'outil pour autrui et donc aussi, possiblement, pour moi (Steiner, 2010). En réalité, peut-être que c'est même cette perception du rôle constituant de l'objet chez autrui qui peut rendre visible le sens de l'outil pour moi-même lorsque cet outil est déposé. De ce fait, cette perception fait de l'outil déposé que je rencontre quelque chose de plus qu'un simple objet, voire quelque chose de plus qu'un objet saisissable dans le cadre de la réalisation de mes projets d'action. Cette perception de l'objet technique tel qu'il est saisissable par moi-même prend en effet place à partir d'un horizon d'attentes et de valeurs liées aux usages normés et normalisant de l'outil. Il y a une appréhension par anticipation de l'usage possible des objets. L'individu construit alors des attentes spécifiques. Du point de vue de la psychologie écologique, on peut définir deux

principes supplémentaires en plus des quatre énoncés plus haut (Richardson, Shockley, Fajen, Riley, & Turvey, 2008). Le cinquième principe stipule que l'information sensorielle, pour et dans l'action, est une spécification, c'est-à-dire que la perception du monde est considérée comme une proposition, basée sur l'expérience passée. Un animal ne peut percevoir le monde indirectement, mais uniquement médié par une déduction ou une interprétation. Ce qui amène au sixième principe qui stipule que la perception est *affordance*, l'*affordance* étant le fait de percevoir les actions possibles offertes par l'objet technique en relation à l'environnement de pratique.

Ainsi, les dispositifs de couplage sensori-moteur médiatisent le co-avènement de l'organisme et de son monde propre. Ces dispositifs deviennent amovibles et donnent lieu à des prothèses techniques (Stiegler, 2001) qui permettent une inventivité inédite. Anthropologiquement constitutive, la technique médiatise ainsi l'offre d'action par une mémoire externe inscrite dans des objets matériels. Ces objets sont le support de l'épiphylogénèse (Stiegler, 1994), c'est-à-dire de l'extériorisation de la main et du cerveau dans l'outil pour constituer l'intérieur (l'homme) qui n'est rien sans son extériorisation technologique. Au plan phénoménologique, elle instaure une genèse technologique que nous avons décrite concernant l'objet piolet en introduction (Havelange, 2005). De ce point de vue, notre approche consiste à penser que l'action se construit non seulement dans un couplage direct perception-action mais également dans une volonté ancrée dans une culture déterminée par les expériences qui s'actualise dans l'usage de l'objet.

Définition du modèle d'appropriation adopté

La notion d'appropriation proposée par Theureau (2011) s'inscrit dans la continuité des visions de l'appropriation que nous venons de présenter. Cette notion d'appropriation bénéficie de deux acquis. Le premier est constitué par les notions antérieures de « situation d'aide » et de « critères d'aide » issues du programme de recherche technologique du cours d'action. Le second est constitué par le dépassement de l'idée d'intégration d'un objet, d'un outil ou d'un dispositif au corps propre de l'acteur, initialement proposée par Merleau-Ponty (1945). En effet, l'anthropologie philosophique de la technique de Stiegler (2001, 1998, 1994) fait le pari d'une historicité essentielle de l'homme, et en particulier, du caractère anthropologiquement constitutif de la technique, c'est-à-dire de la dépendance de la définition de l'homme à un moment donné, relativement à un état de la technique.

Ce développement de l'appropriation nous permet d'en donner une définition. Définition sur laquelle nous nous appuyerons au cours de cette étude. Nous envisageons l'appropriation comme une intégration d'un outil au corps propre de l'acteur, accompagnée toujours d'une individuation de son usage et éventuellement de transformations plus ou moins importantes de cet objet. Le corps propre étant le système des actions naturelles (c'est-à-dire ne nécessitant, ni suspension de l'action en cours, ni élaboration de l'action nouvelle) possibles de l'acteur (Poizat, Haradji, & Adé, 2013 ; Theureau, 2011). Nous allons détailler les notions qui structurent ce modèle de l'appropriation.

Appropriation et individuation

L'appropriation est éventuellement associée à des aménagements personnels ou collectifs, en général minimes, opérés sur cet objet, cet outil ou ce dispositif. Par exemple le glaciériste ajoute du « grip » sur le manche pour optimiser la préhension, fait un repère sur le manche ou ajoute une gâchette pour les « changements de mains », modifie le poids du piolet avec l'ajout/retrait de « masselottes », ajoute un ergot pour reposer sa main en bas du manche et protéger ses doigts, ajoute un *leash* pour relier son poignet au piolet, *leash* qui est retiré par certains grimpeurs pour pouvoir changer de main sur le même piolet. Remarquons que le terme « appropriation » dans la littérature internationale (Bannon, 1991) porte essentiellement sur de telles transformations (considérées ici comme éventuelles) en les mélangeant avec l'individuation des usages et modes opératoires (considérée ici comme toujours associée à l'appropriation). Cette notion d'individuation des usages et de transformation est réalisée au travers de ce que nous appelons les nouveaux possibles et est intimement liée au concept de genèse instrumentale de Rabardel (1995), selon lequel les instruments (c'est-à-dire les objets dans l'usage, ou outils en anthropologie) ne sont pas donnés d'emblée à l'utilisateur ; ce dernier les élabore à travers des activités de genèse instrumentale.

Appropriation et détournements

Le détournement peut être documenté au travers du concept des genèses instrumentales qui résultent d'un double processus d'instrumentalisation, dirigé vers l'objet technique, c'est-à-dire le piolet, et d'instrumentation, dirigé vers l'objet de l'action, c'est-à-dire l'ascension de la paroi. Concernant le premier processus, il s'agit d'une sélection des fonctions de l'objet technique puis d'un détournement ou encore d'une transformation de celui-ci. Concernant le second processus, cela touche particulièrement l'émergence ou l'évolution des schèmes

d'utilisation et d'action instrumentée que Rabardel (1995) nomme le processus d'instrumentation, ou bien la modification de l'objet technique au travers du processus d'instrumentalisation. En considérant les instruments comme les produits d'une conception poursuivie dans l'usage (Rabardel, 1995), certains auteurs ont ainsi déterminé des perspectives de conception dans l'usage (Béguin, 2004, 2003 ; Béguin & Rabardel, 2000 ; Folcher, 2003). Ces détournements constituent en effet, pour reprendre les termes de Millerand, Giroux, et Proulx (2001) et Millerant (2002), des révélateurs des dynamiques d'appropriation différenciées à l'œuvre dans la pratique. Dans notre approche cours d'action, cela revient à identifier les processus de détournement fonctionnel et de re-configuration des objets techniques pour pister l'appropriation.

Appropriation et transparence

À travers son appropriation, l'objet, l'outil ou le dispositif devient transparent. De façon opérationnelle, le glaciériste fait corps avec son piolet de telle sorte qu'il relie, à travers lui, les connaissances sociales et culturelles propres à la communauté de pratique, la lecture de la glace, la perception de la frappe produite et y adapte son geste. La notion de transparence détermine le fait que l'objet approprié devient un élément contribuant à l'activité de l'acteur, c'est-à-dire intervient dans la constitution du monde de son action. Cette transparence ne peut se développer que sur la base d'une intégration d'éléments du monde au monde propre de l'acteur. Le monde propre étant l'ensemble des ancrages possibles des perturbations (ou représentamen si elles donnent lieu à conscience pré-réflexive) de l'acteur. En tant qu'élément du monde propre de l'acteur, l'objet devient alors signifiant pour son activité (Theureau, 2011). Cette notion de monde propre découle directement de l'hypothèse de l'énaction. Ainsi, au fur et à mesure de la pratique, l'objet significatif dans le monde propre de l'acteur devient un composant de son corps propre. L'objet est donc intégré comme un moyen d'agir et de penser. C'est là que se fait la transparence. En fonction de l'état du couplage structurel entre l'acteur et son environnement, il y a intégration de l'objet au corps propre. Étant donné que l'activité est culturellement située, il y a également une intégration de l'objet à la culture propre de l'acteur. Il s'opère alors une transformation des objets qui deviennent des constituants de la culture d'action (Theureau, 2011).

De fait, il serait plus judicieux de distinguer trois sortes d'appropriations et de nommer a) par appropriation, le processus d'in-dividation, c'est-à-dire d'intégration au monde propre

de l'acteur, b) par in-corporation, le processus d'intégration au corps propre de l'acteur et enfin c) par in-culturation, l'intégration à la culture propre de l'acteur (Theureau, 2011).

Documenter l'appropriation

Quel est alors l'enjeu d'une appropriation réussie ? Chevrier et Moreau (2002) l'ont montré : l'appropriation extrême de certaines machines (deux-roues notamment) conduit à une perte d'identité et à des prises de risque. À l'inverse, ne pouvons-nous pas penser qu'un recentrement sur soi et non sur le couple corps/objet — déstabilisant car inconnu — provoquerait le désengagement dans l'action ? Moricot (2007, 2000, 1997) porte une réflexion innovante sur le processus d'appropriation des instruments de pilotage dans les cockpits d'avion en démontrant le lien entre appropriation et efficacité dans l'action. En effet, mis dans une situation nouvelle pour eux, les hommes devaient reconstruire une relation à l'objet technique. L'appropriation serait alors un processus indéterminé, dépendant des conditions de cette reconstruction, dont la réussite n'est jamais donnée d'avance. De ce processus, surgit une forme d'efficacité des hommes dans l'activité. On doit alors se poser le problème des conditions à réunir pour que l'environnement constitue un cadre adéquat au déroulement de l'action, du double point de vue du dispositif et de l'utilisateur.

En termes de conception, la conséquence est que l'objet doit transformer la situation sans bousculer les pratiques légitimes d'une communauté. L'intérêt ergonomique de ces notions tient à l'hypothèse selon laquelle le processus d'appropriation est plus ou moins facilité, pour des acteurs donnés, d'une part par les caractéristiques de l'objet, de l'outil ou du dispositif conçu, d'autre part par les conditions dans lesquelles s'effectue ce processus d'appropriation. Ainsi, l'appropriation est relative à l'objet mais aussi relative au reste de la situation, au corps et à la culture. Ceci suggère que l'étude de l'appropriation des technologies doit s'évaluer en situation réelle sur un empan temporel long en considérant les dimensions multiples de l'appropriation : dans un premier temps lorsque les utilisateurs sont confrontés au piolet, puis, quand ils l'adoptent voire l'adaptent et, enfin, lorsqu'ils l'intègrent dans leurs pratiques.

De plus, la notion d'appropriation vise à dépasser l'insuffisance de la notion d'aide, rappelée plus haut, relative à la prise en compte dans l'ingénierie des situations des innovations techniques et de leur rôle anthropologiquement constitutif. Cependant documenter une possible transparence peut sembler problématique.

Ainsi, il semble pertinent d'adopter un objet théorique capable de renseigner l'activité significative tout en développant des critères permettant de guider la conception. Choisir la situation d'appropriation comme objet de conception transforme la manière de penser ces critères, voire impose de développer de nouveaux critères. La plupart des travaux menés sur l'appropriation des dispositifs technologiques s'attachent généralement à identifier les caractéristiques des dispositifs, des utilisateurs, des organisations qui sont susceptibles de faciliter l'émergence de l'appropriation ou tout simplement de la rendre possible (Salembier, 2008). Proulx (2005, 2002) introduit d'ailleurs quatre critères nécessaires selon lui à l'accomplissement effectif de l'appropriation. Il parle de maîtrise technique et cognitive de l'usage de l'objet technique, d'intégration significative de l'usage du dispositif dans le contexte de pratiques de l'individu, d'usage du dispositif technique ouvrant vers des possibilités d'innovation des pratiques, et de médiation par la communauté. Cette tentative d'organisation autour de ces critères facilitant l'appropriation est critiquable dans la mesure où ces derniers sont centrés soit sur l'usage (fréquence d'utilisation), soit sur l'objet technique (incitation à l'exploration) ou soit sur la conception (conception participative). Dans notre vision de l'activité, ces critères doivent être centrés sur l'expérience dans sa totalité, c'est-à-dire centrés sur une dynamique de l'activité et non sur un état. Ainsi, pour concevoir une situation appropriable, il semble essentiel d'organiser et d'articuler des critères permettant l'engagement dans l'activité, l'acceptabilité et l'aide (Poizat, Pouponneau, Seifert, & Haradji, 2011). Ces différents critères se distinguent par leur nature et par le cadre qu'ils imposent à la conception. Il apparaît également nécessaire d'élargir la gamme des indicateurs nécessaires pour valider les choix de conception comparativement à ce qui se fait dans la conception en termes d'aide. Dans notre cas, concevoir en termes d'appropriation suppose d'anticiper les effets du nouveau piolet sur la sécurité du glaciériste, sur ses logiques d'action et de raisonnement, sur sa performance, sur sa trajectoire de développement, ou encore sur les valeurs véhiculées dans la communauté de l'alpinisme.

Objectifs et hypothèses

L'objectif de cette étude est d'analyser l'objet cours de vie relatif à une pratique pour saisir les processus d'appropriation, d'incorporation et d'in-culturation au travers de la discontinuité de l'expérience.

Nous faisons trois hypothèses. Premièrement, que l'utilisation d'un piolet dans un temps plus long qu'une simple ascension laisse apparaître une certaine opacité/transparence de l'objet. Deuxièmement, que le processus d'appropriation ne s'actualise pas de la même façon en fonction du piolet. Troisièmement que l'utilisation répétée d'un piolet favorise l'émergence de nouveaux savoirs et gestes symboliques qui peuvent être partagés.

3. Méthode

Nous ciblons notre étude sur un public de grimpeurs novices en cascade de glace et ce de manière longitudinale. L'enjeu est de saisir le processus d'appropriation dans le temps de quatre glaciéristes utilisant un piolet unique et de leur choix durant une semaine. Les grimpeurs devaient choisir entre trois piolets. Ces piolets constituent une gamme complète chez un fabricant et sont, de ce fait, représentatifs des différents piolets disponibles sur le marché pour un grimpeur souhaitant s'investir dans cette activité (figure 18).

Il s'agit d'une population de grimpeurs en falaise s'initiant à la cascade de glace dans le cadre d'un élargissement de leur pratique au sein du groupe Espoir Alpinisme FFCAM de Normandie. Ce choix correspond à la volonté de voir apparaître les premiers critères d'appropriabilité dans la première phase du processus d'appropriation. L'empan temporel de l'étude est de six jours consécutifs à raison de plusieurs ascensions par jour sur un même site (figure 21) ou de plusieurs longueurs sur une même ascension. Cela représente plus de cinq heures d'activité journalière comprenant des moments d'ascension, d'assurage et de marche d'approche. Il s'agit donc d'une utilisation intensive des piolets au cours de la semaine. Pour ce stage, un groupe de sept grimpeurs était présent. Nous avons focalisé nos observations sur quatre d'entre eux, même si le groupe dans son entier était considéré. À noter que quatre de ces grimpeurs n'avaient jamais grimpé en cascade et que trois d'entre eux avaient déjà eu une première expérience de grimpe. Notre choix s'est porté principalement sur les grimpeurs « non initiés » à la cascade de glace.



Figure 21. Jour 2, site de Cervière avec « L'tube » comme cascade principale

Notons que le contexte de l'étude est particulier. Il s'agit de jeunes sportifs engagés dans un stage de pratique à titre personnel pour acquérir un niveau d'autonomie en alpinisme à l'issue d'une formation de deux ans. L'étude ne dicte pas leur pratique mais vient se rattacher à une organisation déjà mise en place. C'est donc une étude en situation qui se veut la moins invasive possible mais qui doit rester pertinente au regard des exigences posées.

Dans ce contexte, la question est de savoir comment accéder aux données d'expérience renseignant sur le processus d'appropriation des piolets : quelle méthode utiliser afin de discrétiser le plus finement possible l'activité signifiante de l'acteur ? Comment questionner les préoccupations, les émotions, les sensations ?

Avec ces exigences, nous faisons le choix d'une méthode ethnographique issue de l'anthropologie culturelle de terrain pour questionner le rapport à la culture matérielle de façon étroite, locale, spécifique et longitudinale avec une prise en compte de l'activité comme une dynamique du couplage structurel. Ce type de recueil a déjà démontré sa pertinence dans plusieurs études en sport dans le courant du cours d'action (e.g., Bourbousson, 2010). Celle-ci sera couplée à une méthodologie « cours d'action » pour recueillir les éléments de l'activité significative du point de vue de l'acteur. Les outils de recueil associés sont a) le carnet de terrain ethnographique pour saisir en temps réel les impressions et le déroulement de l'action

en situation d'observation participante, b) l'entretien d'autoconfrontation pour saisir l'activité significative. Cette forme d'entretien est particulièrement adaptée pour étudier l'activité des sportifs en contexte, dans la mesure où elle permet d'appréhender l'activité dans des situations réelles et sans interférer avec la performance en cours (e.g., Berteloot, Trohel, & Sève, 2010 ; Sève, Poizat, Saury, & Durand, 2006 ; Sève, Ria, Poizat, Saury, & Durand, 2007 ; Sève, Saury, Theureau, & Durand, 2002), c) l'enregistrement de verbalisations dans l'action répondant à une consigne de description de l'activité en temps réel, d) l'entretien ethnographique non directif de recherche pour construire une conversation grâce aux observations ou révéler dans l'instant, les attentes, les enjeux ou les stratégies inscrites dans l'activité et enfin e) la tenue d'un carnet de bord par les grimpeurs comme artefact de leur réflexion personnelle, de leurs sentiments et de leur progression « subjective » avec le piolet.

Il s'agit donc de deux types de méthode de recueil : des méthodes de recueil du comportement et des verbalisations éventuelles et des méthodes de recueil rétrospectives.

Le cours de vie relatif à une pratique comme objet théorique

Vouloir analyser l'appropriation sur un temps d'activité long, considéré comme discontinu, nécessite de reconsidérer la nature des contraintes et l'effet de l'activité.

Nouvelles hypothèses de substance

Aux deux hypothèses de substance du programme de recherche, s'en ajoutent une troisième et une quatrième (Haué, 2003).

La première est l'hypothèse d'une relative autonomie de la conscience pré-réflexive, développée dans le cadre d'une pratique donnée qui est réalisée en temps partagé avec d'autres pratiques. La définition de l'objet théorique « cours d'expérience relatif à une pratique » que permet cette hypothèse de substance n'ajoute donc aux formules qui définissent l'objet théorique « cours d'expérience » que le postulat de cohérence entre les épisodes disjoints d'une même pratique à travers le temps. Cette hypothèse est favorable à l'étude de l'activité sur un empan temporel long où l'activité se prolonge. Elle est favorable aussi au nouvel objet de conception « appropriation », qui vise à dépasser l'insuffisance de la notion d'aide et à guider la conception de dispositifs d'aides à l'entraînement (Hauw, Berthelot, & Durand, 2003 ; Hauw & Durand, 2005 ; Hauw, 2009).

La seconde est l'hypothèse de contraintes et effets multiples de l'activité humaine dans les corps, situations et cultures (Haué, 2003). Si les corps sont individuels, les situations sont en général en partie partagées entre plusieurs acteurs, de même que les cultures. Cette hypothèse conduit à questionner l'ensemble de ces sortes de contraintes et effets, et leurs agencements.

Le cours de vie relatif à une pratique

Ces nouvelles hypothèses de substance conduisent à réaliser une réduction acceptable de l'activité par la mise en œuvre de l'objet théorique « cours de vie relatif à une pratique » (Haué, 2003 ; Jourdan, 1990 ; Theureau, 2006 ; Vion, 1993). Cet objet théorique est tenu par les postulats du programme de recherche « cours d'action » qui spécifient la notion d'activité humaine. L'objet « cours de vie relatif à une pratique » porte sur une activité étendue dans le temps généralement discontinue (Leblanc & Ria, 2010). L'objet théorique du cours de vie relatif constitue une extension du cours d'expérience qui relie à la fois « *des épisodes d'activité relative à la pratique considérée mais aussi des épisodes d'activités réflexives situées diverses portant sur les premiers* » (Theureau, 2006, p. 52). Cela nous semble pertinent pour traiter l'activité d'escalade glacière comme une activité située dans la vie d'un acteur au milieu d'autres activités. Nous analyserons cet objet pour saisir des processus d'appropriation, d'incorporation et d'in-culturation au travers de la discontinuité de l'expérience.

4. Recueil pour documenter la discontinuité de l'expérience

Les méthodes de construction de données sur les corps appartiennent au noyau théorique et heuristique de notre programme de recherche. Celles sur les situations et les cultures peuvent être et ont été largement empruntées à l'ergonomie, la psychologie du travail, la sociologie, l'anthropologie des techniques et l'anthropologie culturelle et cognitive (Theureau, 2006). Le seul principe de cet emprunt est pragmatique. Dans l'observatoire des cours de vie relatifs à une pratique se côtoient plusieurs méthodes de construction de données à l'exemple de l'étude de la « formation sur le tas » d'une guichetière en hôpital (Vion, 1993) qui cumule observation et enregistrement audio du comportement (en interaction avec les

patients et avec, dans certaines périodes, une tutrice) et participation à la vie sociale de cette apprentie guichetière, inspirée par les méthodes de l'anthropologie culturelle. Ces deux types de données sont pertinentes dans la mesure où l'objet cours de vie relatif à une pratique « *relie à la fois des épisodes d'activité relative à la pratique considérée, mais aussi des épisodes d'activités réflexives situées diverses portant sur les premiers* » (Theureau, 2006, p. 52). L'ensemble de cet observatoire a montré largement sa fécondité, tant en termes de pouvoir heuristique qu'en termes de capacité de croissance (Theureau, 2006).

L'enregistrement vidéo

Analyser l'activité des grimpeurs durant une semaine d'ascension suppose donc que l'on s'intéresse au caractère dynamique de l'activité à partir de l'idée que celle-ci est « *ouverte aux deux bouts* » (Theureau, 2006), c'est-à-dire qu'elle s'ancre dans des expériences passées, proches ou plus lointaines et qu'elle préfigure des actions futures. La vidéo permet de restituer une partie de cette dynamique et de comprendre que ce qui se passe à l'instant t , articulé avec ce qui s'est passé à $t-1$, $t-2$... et va ouvrir des possibles qui s'actualiseront à $t+1$, $t+2$... (Ria, 2009 ; Leblanc, Ria, & Veyrunes, 2011). Les possibilités d'arrêt, de retour, d'avancée plus ou moins rapide à partir de la bande vidéo favorisent une co-enquête avec l'acteur pour reconstruire la dynamique de son activité qui s'inscrit dans une épaisseur temporelle plus ou moins importante (Leblanc, Ria, & Veyrunes, 2011). En fonction des objets d'étude, l'empan temporel que l'on cherche à appréhender n'est pas le même et l'exploitation de la vidéo sera différente. Par exemple, pour l'étude de l'ascension, on peut recourir à un micro pour enregistrer les impressions, émotions et sentiments, combiné avec deux enregistrements vidéo simultanés de l'activité de grimpe : une caméra située sur le casque du glaciériste pour « voir comme » et l'autre caméra en plan large pour cibler l'évolution spatiale. Pour cette dernière il s'agissait de filmer en bas de la cascade de glace mais aussi, pour les grandes longueurs invisibles du bas, de se suspendre au milieu de la voie afin de cadrer le grimpeur. Ces deux types de données permettent de comprendre comment les grimpeurs construisent leur progression sur le mur de glace en ayant accès à des données intrinsèques et extrinsèques.

Néanmoins, pour reconstruire le flux ininterrompu de l'activité « cascade de glace » en cherchant à dépasser une intelligibilité de sens commun de la situation, nous cherchons à documenter au mieux un ensemble de composantes de cette activité : ses intentions, ses

perceptions et interprétations réalisées au fil de l'action. Pour cela, nous couplons à toute situation filmée un entretien dit d'autoconfrontation de l'acteur à sa propre activité passée (Theureau, 1992) au même titre que dans la première étude.

L'entretien ethnographique

Étant donné que l'activité humaine est située dynamiquement et culturellement, au sens où elle est indissociable des ressources matérielles, sociales, culturelles avec lesquelles elle interagit de manière constante et évolutive, le recueil vidéo ne permet pas de rendre compte de cette double interaction et de suivre l'évolution des focalisations de l'acteur au fil de son activité. Pour accéder à des éléments de la culture de l'acteur mobilisé dans la situation, il est nécessaire de compléter les données vidéo avec des données biographiques car les éléments constitutifs de la culture individuelle sont des composantes des expériences passées des acteurs, condensées et convoquées dans l'action présente (Theureau, 2000). En rendre compte signifie avoir accès aux éléments de la culture constitutifs de l'activité, c'est-à-dire qui s'intègre à la culture propre de l'acteur.

Nous obtenons ces données biographiques par des entretiens de type ethnographique au cours desquels on va chercher à établir des liens avec des expériences antérieures qui peuvent être issues de contextes très différents. La culture est appréhendée au niveau des acteurs, comme un ensemble d'unités cognitives utiles pour « l'action qui convient », au sens où elle satisfait des normes et valeurs d'un groupe social constitué, et des contraintes d'efficacité en vue de l'atteinte d'un but (Thévenot, 1990). Ces éléments de la culture individuelle, constitutifs de l'activité, sont des composantes des expériences passées des acteurs et de leurs représentations, condensées et convoquées dans l'action ici et maintenant (Clot, 1999 ; Durand, Ria, & Flavier, 2002 ; Theureau, 2000).

Le journal de bord

Dans la nécessité de poursuivre le complément des enregistrements vidéo en accord avec l'analyse du « *cours de vie* » (Hauw, 2013 ; Serres, 2006) durant les ascensions du stage, nous avons mis en place une autre trace d'activité qui vient s'y articuler. Il s'agit du journal de bord ou « carnet de bord » dans le travail sur la construction d'une œuvre collective de Crance (2013). Ce document se présente sous la forme suivante :

« Ce journal est fait pour revenir quotidiennement sur les ascensions de ton choix. Il ne s'agit en aucun cas d'un jugement sur ta pratique, ni d'une discussion sur les principes théoriques de l'escalade en cascade de glace. Il s'agit de rester au plus près de ton activité réelle au cours de ces ascensions, de décrire ce que tu as fait, ce que tu as pensé, ce que tu as ressenti et quelles ont été tes préoccupations et tes focalisations. Tu auras également l'occasion d'ajouter toutes les remarques et précisions que tu le souhaites dans une partie dédiée à cet effet. »

Il s'agissait pour les grimpeurs de commenter chaque jour, un ensemble d'items relatifs à leur pratique dans la journée que nous pouvons détailler comme suit :

— Item 1 : Informations sur l'ascension que vous vous proposez de décrire :

Replacer l'ascension dans la journée :

— Peux-tu donner des informations sur l'heure ou la période de la journée qui correspond à cette ascension ? Éventuellement, précise si tu as déjà grimpé avant ou si c'est la première ascension de la journée. As-tu déjà effectué cette voie dans la semaine ? Y avait-il des conditions météorologiques particulières ?

Décrire les caractéristiques de la voie :

— Peux-tu faire une description de la voie ? Quelle était sa difficulté ? Quel était son aspect (forme, hauteur, type de glace...) ? Quelles ont été tes premières décisions après lecture de la voie ? As-tu planifié un certain chemin ? Peux-tu décrire les conditions de glace ? Quel type de piolet as-tu utilisé pour la voie ?

— Item 2 : Description de l'activité et de votre expérience vécue lors de l'ascension :

Découper l'ascension en phases marquantes :

— Pourrais-tu décrire ton impression générale sur cette ascension ? Peux-tu me retracer un peu l'histoire de cette ascension ? Peux-tu la découper en plusieurs phases ou « étapes importantes » ? Est-ce que tu peux me décrire l'expérience qui fut la tienne lors de ces différentes phases ? Est-ce que tu peux me raconter le(s) moment(s) le(s) plus significatif(s), le(s) plus marquant(s) de ton point de vue ? Est-ce que les piolets ou plus généralement le matériel a focalisé ton attention à un moment de l'ascension (sensations éprouvées, actions réalisées ou que tu cherchais à réaliser) ?

Peux-tu me raconter, me décrire ce moment ?

Décrire finement le vécu :

— Pourrais-tu décrire, commenter, ou raconter le ou les moments qui t'ont semblé les plus intéressants ou favorables en termes de découvertes ou de sensations ? À quel moment pensais-tu être le plus efficace ? Pourrais-tu décrire, commenter, ou raconter le ou les moments qui t'ont semblé les plus problématiques ? Y a-t-il un moment particulier où tu étais en difficulté, emprunt au doute, ou avec de mauvaises sensations ? Pourrais-tu raconter les moments les plus significatifs ou les plus marquants de ton point de vue ?

Décrire votre utilisation des piolets et vos sensations avec les piolets :

— Est-ce que tu pourrais décrire, commenter, ou raconter le ou les moments qui t'ont semblé les plus intéressants ou favorables en termes de sensations dans l'utilisation des piolets (et plus généralement du matériel) ? À quel moment pensais-tu être le plus efficace ? À quel moment étaient-ils les plus faciles à utiliser ? Le(s) moment(s) le(s) plus significatif(s), le(s) plus marquant(s) de ce point de vue. Est-ce que tu pourrais décrire, commenter, ou raconter le ou les moments qui t'ont semblé les plus problématiques dans l'utilisation des piolets (et plus généralement du matériel) ? Y a-t-il un moment particulier où tu étais en difficulté, emprunt au doute, ou avec de mauvaises sensations (crochetage et décrochetage difficiles, manque de grip...) ? Le(s) moment(s) le(s) plus significatif(s), le(s) plus marquant(s) de ton point de vue. Est-ce que tu as fait des découvertes dans les façons d'utiliser les piolets ? Sur ce qu'il est possible de faire ou non avec eux ? Est-ce que tu as changé quelque chose dans ta façon d'utiliser les piolets et plus généralement le matériel ? Est-ce que tes sensations ont évolué depuis hier ? Est-ce que ton rapport au piolet a évolué comparativement aux ascensions précédentes ?

— Item 3 : Remarques et précisions supplémentaires sur l'ascension, la journée, ou les piolets.

Par exemple, le premier jour, si tu as fait un choix de piolet pour le reste de la semaine, peux-tu donner les raisons et les motivations de ce choix ? Si tu as changé de piolet au cours de la journée ou de la semaine, peux-tu exprimer ce

qui s'est passé lors de ce ou ces changements ? Les différences, les difficultés, les ajustements que tu as du faire.

— Item 4 : Comparaison de cette ascension avec les autres expériences que vous avez vécues depuis le début de la semaine si vous en éprouvez le besoin.

— Item 5 : Si tu as utilisé différents piolets aujourd'hui, peux-tu comparer ce que tu as ressenti avec les différents modèles ?

Quels sont les points communs et les différences ? Peux-tu commenter l'utilisation des différents modèles ainsi que les sensations vécues avec ces différents modèles ?

Lequel a ta préférence ? Pourquoi ?

Cette approche qui s'adapte à des temporalités multiples permet de rendre compte de l'activité des grimpeurs telle qu'elle se déploie quotidiennement, dans des environnements complexes, dynamiques et incertains, et donc de rendre compte de phénomènes nouveaux.

La participation active des acteurs

L'ensemble de ces méthodes sollicite la participation active des acteurs (Theureau, 2009). Ceci afin que a) l'observation et l'enregistrement du comportement perturbent de façon contrôlée ce dernier, b) que les traces laissées par ce comportement soient à la fois riches, datées et explicitées pour les chercheurs et c) que les verbalisations provoquées et situées possèdent la qualité et le degré de recouvrement de l'activité exigés par l'étude. Leur mise en œuvre passe par une phase préparatoire que nous avons réalisée un mois en amont sur un weekend avec le groupe Espoir Alpinisme FFCAM Normandie au cours de laquelle nous nous sommes familiarisés avec le vocabulaire et la culture des acteurs, tout en précisant avec eux les méthodes et leurs visées, les conditions d'interruption de l'activité ainsi que les précautions à prendre afin que cette mise en œuvre en situation réelle ne compromette pas le produit de l'activité considérée.

Pour sceller le protocole avec les quatre participants mais également pour garantir un engagement volontaire, confiant, et sincère nous avons proposé le contrat de collaboration suivant décliné en trois principes :

Principe 1 :

L'évitement de toute gêne au déroulement et à l'organisation ordinaire du stage. La priorité sera laissée à la pratique de l'escalade en cascade et à la découverte de la

montagne. Le protocole a été construit dans le respect de ce premier principe et se limite à sa plus simple expression.

Principe 2 :

Les conditions de diffusion, de présentation, ou d'échange des données recueillies (enregistrements vidéo ou audio, transcriptions...), et des analyses et résultats des études sont strictement définies. Elles seront uniquement utilisées, de manière anonyme, dans le cadre de recherches, de présentation en congrès, de formation, ou pour la conception de supports à caractère pédagogique. Votre accord sera demandé pour toute autre utilisation.

Principe 3 :

Nous nous engageons à vous fournir les enregistrements vidéo si vous en faites la demande.

Cette série de méthodes de construction de données sur l'activité comprend des méthodes d'observation et d'enregistrement du comportement des acteurs, de recueil des traces laissées par ce comportement et des méthodes de verbalisation provoquée et située de la part de ces acteurs.

Participants

Quatre participants (3 hommes, 1 femme) étaient volontaires pour effectuer cette étude longitudinale. Ils pratiquaient tous l'escalade en salle et en falaise. Un avait déjà eu une première expérience en cascade mais se définissait comme débutant (tableau 10).

Nom	Numéro	Piolet choisi	Expérience en cascade de glace
Pierre	1	Piolet de cascade	non
Paul	2	Piolet de cascade	non
Anne	3	Piolet de cascade	non
Quentin	4	Piolet de goulotte	oui

Tableau 10. *Liste des grimpeurs en fonction du piolet choisi*

Protocole de recherche

Cette approche qui s'adapte à des temporalités multiples permet de rendre compte de l'activité des grimpeurs telle qu'elle se déploie quotidiennement, dans des environnements

complexes, dynamiques et incertains, et donc de rendre compte de phénomènes nouveaux. Pour mener à bien cette étude nous avons donc défini le protocole comme suit :

Premier jour

Le premier jour, les quatre grimpeurs débutants ont essayé les trois piolets (figure 18) et ont été soumis à des verbalisations décalées réalisées dès la fin de chaque ascension que nous avons enregistrées. À l'issue de ces différents essais, les grimpeurs ont choisi un piolet pour le reste de la semaine. L'objectif est de permettre une évolution dans l'activité avec un même piolet, choisi sur la base d'un ou plusieurs essais. On souhaite voir activé avec ce protocole une intégration à un monde propre, voire au corps propre et à la culture propre. Pour les grimpeurs qui ont terminé la première journée par une ascension avec le piolet qu'ils avaient sélectionné, nous les avons sollicités au travers d'une verbalisation simultanée durant l'ascension. Les grimpeurs étaient équipés d'un micro-cravate sur le casque ou le col et d'un enregistreur dans une poche intérieure. L'idée était d'obtenir dès la première journée des informations sur l'activité en lien avec le piolet sélectionné dans les premières phases de sa construction. À l'issue de cette journée, les quatre grimpeurs ont renseigné leur journal de bord.

Deuxième et troisième jours

Le deuxième jour, les grimpeurs 1 et 2 étaient filmés sur une ascension. Une ascension pouvait être constituée de plusieurs longueurs, c'est-à-dire de plusieurs parties à grimper entrecoupées d'un relais. Une ascension pouvait ainsi s'échelonner sur une demi-journée. Quand toutes les longueurs ne pouvaient pas être filmées pour des raisons de sécurité ou d'organisation des ascensions, alors seulement la première ou la dernière longueur ont été enregistrées. Les grimpeurs 1 et 2 étaient ensuite sollicités pour effectuer un entretien d'autoconfrontation le soir même sur la base des enregistrements effectués. Ceci pour permettre au grimpeur de se confronter à l'instant $t + 1$ aux traces de son activité enregistrées à l'instant t qui lui permet d'accéder à sa conscience pré-réflexive par une remise en situation dynamique. Cette remise en situation dynamique implique notamment un processus d'immersion mimétique à partir des ancrages que constituent les traces enregistrées de son activité (Schaeffer, 1999). Nous avons également tenu à représenter les piolets aux grimpeurs lors de cet entretien pour favoriser cet ancrage.

Les grimpeurs 3 et 4, quant à eux, ont fait l'objet d'un enregistrement de verbalisations simultanées durant leur ascension. Ils ont été sollicités à l'issue de l'ascension pour des verbalisations décalées. Ces verbalisations consistent à réaliser, pour le grimpeur, un récit et un commentaire de son activité, mais aussi une monstration d'éléments pertinents de son environnement (Theureau, 2009). Ces entretiens décalés, introduits récemment à l'occasion d'une série d'études et de recherches sur la conduite automobile (Barbier, 2009 ; Villame, 2004 ; Villame & Theureau, 2001), portent sur des phases difficiles de l'activité où la verbalisation simultanée perturberait le couplage acteur/environnement. À l'issue de la journée, les quatre grimpeurs ont renseigné leur journal de bord. Le troisième jour, les sollicitations des couples de grimpeurs (1/2 et 3/4) ont été inversées.

Quatrième jour

Le quatrième jour, le choix est fait d'opérer une diminution des sollicitations afin de permettre aux grimpeurs de se concentrer sur leur activité mais aussi pour leur donner la possibilité de se reposer le soir en supprimant l'autoconfrontation. Les quatre grimpeurs ont uniquement été sollicités sur des verbalisations décalées réalisées dès la fin de l'ascension et ont renseigné leur journal de bord le soir même.

Cinquième et sixième jours

Le cinquième jour, les grimpeurs 1 et 2 ont été invités à utiliser un deuxième piolet pour réaliser une ascension. Ce piolet, a été choisi parmi les deux abandonnés dès le premier jour. La visée de ce changement est de renseigner une transformation éventuelle dans le cours d'expérience lors du bouleversement de la conduite habituelle mise en œuvre les jours précédents avec le piolet préférentiel. Il s'agit de formuler l'hypothèse selon laquelle le processus d'appropriation, s'il permet la transparence, est plus facilement analysable sur des phases d'opacité, c'est-à-dire lorsque le piolet se rappelle à l'acteur. Imposer un nouveau piolet est un moyen de réamorcer une opacité/transparence dans le processus d'appropriation.

Les grimpeurs 1 et 2 ont donc été filmés sur une ascension avec le piolet préférentiel tout juste après avoir réalisé une longueur avec un piolet non préférentiel. Ils ont été sollicités pour effectuer un entretien d'autoconfrontation le soir même. Durant cet entretien, l'acteur a été sollicité pour comparer les piolets, en particulier si ce changement était significatif de son point de vue. Les deux autres grimpeurs (3 et 4) ont fait l'objet d'un enregistrement de verbalisations simultanées durant une ascension avec le piolet préférentiel. Ils ont été

sollicités à l'issue d'une ascension pour des verbalisations décalées. Chacun des grimpeurs a renseigné également son journal de bord. Le sixième jour, les sollicitations des couples de grimpeurs (1/2 et 3/4) ont été inversées.

Traitement des données

L'enjeu est de saisir l'inscription de l'objet dans le monde propre, le corps propre et la culture propre de l'acteur. L'intégration au monde propre est appréhendée comme une prise de signification de l'objet pour l'acteur. L'intégration au corps propre est marquée par un épisode où l'objet ne fait pas expérience pour l'acteur. La culture propre est appréhendée au niveau des acteurs, comme un ensemble d'unités cognitives utiles pour l'action qui convient, au sens où elle satisfait des normes et valeurs d'un groupe social constitué, et des contraintes d'efficacité en vue de l'atteinte d'un but (Thévenot, 1990). Ces éléments constitutifs de la culture individuelle sont des composantes des expériences passées des acteurs, condensées et convoquées dans l'action ici et maintenant (Clôt, 1999 ; Durand, Ria, & Flavier, 2002 ; Theureau, 2000).

Il nous a fallu traiter les données issues du recueil de façon à repérer l'histoire des transformations de cette inscription dans le monde corps et culture, qui passe principalement par la dynamique des ouverts, des changements de focalisation attentionnelle chez l'acteur, mais aussi par la dynamique des préoccupations de l'action. La distinction avec le cours d'expérience s'opère dans la relation avec des épisodes de la pratique qui constituent le cours d'expérience et des épisodes d'activité réflexives diverses, elles aussi situées, qui portent sur cette même pratique. Cet agencement de tous les épisodes est considéré comme cohérent et autonome. De fait, l'analyse des recueils portant sur des épisodes de natures diverses constitue un mode de reconstruction du cours de vie relatif à la pratique.

La somme du recueil est ainsi traitée de manière à restituer l'inscription corporelle et culturelle de l'activité, et à travers elle de pister l'appropriation du piolet dans l'activité au moyen d'une modélisation du cours de vie des acteurs. De façon plus singulière, il s'agit de repérer l'histoire des transformations de cette inscription qui passe principalement par la dynamique de changement des focalisations et des préoccupations en lien avec l'apparition des nouveaux possibles au cours de la semaine d'ascension.

Nous pouvons détailler deux modes de traitement des données :

Données issues des entretiens

D'une part concernant les données issues des entretiens où nous procédons à a) une retranscription des entretiens puis à b) une construction d'une chronique élargie de l'activité avec l'aide des entretiens, des vidéos et des journaux de bord (sous la forme d'un tableau incrustant des verbatims et une description de la semaine d'activité) pour ensuite réaliser c) une identification des unités significatives sur de longs empan temporels de l'ordre de l'ascension ou de la demi-ascension afin e) d'identifier le représentamen (R) qui est, à l'instant t , ce qui fait effectivement signe pour l'acteur, pour en déduire l'engagement dans la situation (E) et la construction de nouveaux savoirs (I).

Identification des ouverts et savoirs

Les nouveaux savoirs permettent notamment d'identifier les nouveaux usages et l'engagement dans la situation à déterminer le système des ouverts. En effet, l'engagement dans la situation (E) est un principe d'équilibration des interactions de l'acteur avec sa situation à un instant donné t découlant de son cours d'action passé. Il traduit une ouverture/clôture du champ des possibles pour l'acteur sélectionnant un faisceau d'intérêts, aussi appelé préoccupations de l'acteur à l'instant t . De même, l'interprétant (I) est la construction de types et relations entre types à travers la production de l'unité significative. Il traduit l'idée de validation/invalidation de savoirs et/ou la construction de nouveaux savoirs. Nous réalisons ceci en référence au cadre sémiologique de notre programme de recherche (Theureau, 2009, 2006, 2004). Rappelons que les ouverts structurent l'engagement de l'acteur à l'instant t et fondent les structures significatives au même instant t . Il s'agit donc d'une action qui reste ouverte sur une fin à venir. La composante du signe qui nous intéresse plus particulièrement pour mieux comprendre la notion d'ouvert est l'engagement dans la situation (E) puisque les ouverts constituent sa structuration, mais la notion d'ouvert renvoie aussi au fait qu'un acteur est sensible à chaque instant à des perturbations ou représentamens (R). Le représentamen sélectionne un ouvert et les attentes qui lui sont attachées. Ainsi, l'ensemble des ouverts qui ont été créés dans le passé constituent le système des ouverts présents et structurent l'engagement de l'acteur.

Données ethnographiques

Identification de l'inscription dans la culture propre

D'autre part, concernant les données ethnographiques extrinsèques où nous procédons à un traitement en quatre étapes sur trois types de recueil que sont, les photographies prises au cours de la semaine, les journaux de bord et le carnet de terrain alimenté par les observations participantes ponctuelles et les entretiens de type ethnographique, il s'agit a) d'une identification des différents moments où le piolet est au centre des préoccupations et, de manière plus large, où l'on note une transformation de l'activité par l'objet et b) d'une extraction des moments de l'activité où le système des savoirs symboliques de l'acteur s'exprime, se transforme ou se partage. De plus, l'in-culturation étant l'intégration de l'outil à la culture propre de l'acteur, c'est-à-dire au système des savoirs symboliques préalables de l'acteur marqué par les savoirs, le langage, les formalismes, les gestes et les icônes symboliques (Theureau, 2006), nous avons c) reconstruit l'évolution du vocabulaire spécifique à la cascade de glace au fil des jours et d) identifié les savoirs communs partagés en décrivant les moments de l'activité où le piolet s'intègre ou bouleverse ces savoirs.

Reconstruction du cours de vie

Ce traitement des données sert de support et d'argumentation aux données issues des entretiens pour pister l'appropriation au travers de l'in-culturation. Il permet notamment la reconstruction du cours de vie des grimpeurs en dépassant la simple chronique de l'activité et en y incorporant une dynamique des préoccupations sous forme de tableau tout en y ajoutant les données ethnographiques pour rendre compte de la dynamique de transformation des préoccupations liées au piolet, incluant des données relatives à la pratique.

5. Résultats

L'adoption

Trois grimpeurs sur quatre choisissent le piolet de « cascade » (tableau 10). Le quatrième porte son choix sur le piolet de « goulotte ». Le traitement des journaux de bord et des entretiens montre que les premières perceptions de l'objet sont déterminantes et commencent dès cette phase. Chaque piolet véhicule des significations et des usages que l'acteur intègre et tente de projeter dans son action future. Les premiers essais avec les différents piolets sont le fruit de divers commentaires (tableau 11).




Type de piolet	Significations
	<p>« Début difficile, vite abandonné » (Anne)</p> <p>« Dur à désancrer le piolet » (Anne)</p> <p>« Ascension peu efficace et difficile car j'ai des difficultés à planter le piolet » (Anne)</p> <p>« Je transfère mon poids sur les piolets, ça tient! J'ai confiance » (Quentin)</p> <p>« En un coup c'est planté » (Quentin)</p> <p>« Je ne perçois pas l'intérêt de la séparation entre l'index et les autres doigts » (Quentin)</p> <p>« J'ai eu une onglée, les quarks n'ont pas de surface isolant la main du métal » (Paul)</p> <p>« Je ne les trouve pas pratiques » (Paul)</p>
	<p>« Piolet avec un poids correct, facile à utiliser » (Anne)</p> <p>« Plus facile de crocheter ou d'aller chercher loin » (Anne)</p> <p>« Bon ancrage, bonne ergonomie » (Paul)</p> <p>« Plus adapté à mon style de grimpe » (Paul)</p>
	<p>« Certains piolets sont difficiles à utiliser car ils sont trop courbés et donc difficiles à taper dans la glace » (Anne)</p> <p>« Je me dis mince, il est encore plus lourd celui-ci ! » (Paul)</p> <p>« Je les trouve difficiles à désancrer » (Paul)</p> <p>« Vu son profil ça me semble compliqué » (Pierre)</p> <p>« Je n'ai pas réussi à enfoncer suffisamment le piolet » (Quentin)</p> <p>« Le piolet focalise mon attention quand il est coincé » (Quentin)</p>

Tableau 11. *Expression des significations relatives aux différents piolets lors de la première expérience*

Le choix se portera sur le piolet qui satisfait le plus les possibles conditions d'utilisation. Par la suite, une fois les différents piolets essayés et le choix fixé, nous remarquons rapidement l'apparition de nouveaux possibles chez ces débutants (figure 13).

Identification des ouverts

Nous avons répertorié l'ensemble des ouverts issus de (E) en partant des unités significatives grâce à la réalisation des chroniques de l'activité (tableau 12).

Jour 2/ ascension d'Hiroshima / Pierre / Piolet de cascade								
Comportement observable	Temps de l'ascension	Temps sur la vidéo	Verbatim de l'autoconfrontation	U 1	E	R	I	
Le grimpeur lève la tête vers le haut de la voie, il manipule sa corde et saisit ses piolets. Il patiente quelques instants puis frappe une première fois dans la glace, se met à alterner crochetages bras droit, crochetage gauche...	0 min	0 min	Grimpeur : Donc là, c'était Hiroshima, donc aux Fournelles. G : Et c'est la première ascension de la journée puis de la deuxième de la semaine, celle d'hier. G : Voilà. G : Donc j'étais en premier de cordée. G : Donc il y avait une corde au-dessus, donc celle de Ludo où il y avait trois personnes donc là j'attendais un peu que tout le monde ait pris un peu d'avance quoi, voilà. (Silence) G : Moi j'ai l'habitude de monter en tête donc euh y'a pas d'appréhension particulière. Donc j'avais entendu dire que la première longueur et les longs chemins étaient assez simples donc je me suis lancé dedans confiant. Au final ça va être quand même bien durable. Voilà. G : Voilà ouais c'est ça, pas la peur de tomber, d'être fatigué, pas avoir de problèmes durant l'ascension. Je n'en ai pas eu pour autant mais c'est vrai que je m'attendais à du un peu plus facile, ça s'est très bien passé quand même. G : Donc là on commençait par attaquer la partie en glace qu'était pas non plus très pentue, y'avait pas mal de crochetages. G : Bah là, par exemple euh, j'ai fait mon crochetage. G : Voilà, pour euh, me fatiguer le moins possible. (en mimant un crochetage) G : Là je me suis fixé une trajectoire donc à peu près celle de la cordée précédente ça avait l'air d'être le passage le plus facile quoi. G : Le moins pentu, là où il y avait le plus de passages donc le plus de crochetages à faire (mime un crochetage de la main droite). G : Voilà. Et puis euh aussi, même si là ce n'est pas vraiment le cas mais des fois j'essaie de voir aussi là où il y a le moins de chutes de glaces possibles en fait.	Avance en crochetant	Enquêter, Envisager des crochetages, Analyser la voie, S'appliquer dans les ancrages	L'avis des autres grimpeurs, Le relief marqué de la glace, Le profil de la voie	Le chemin semble simple, Crocheter (en tirant vers le bas) permet de moins se fatiguer	
	1 min							
	4 min							
	6 min							
	7 min							
avant d'arriver sur une zone légèrement enneigée et enfin sur une zone de glace.								
Il lève la tête, s'arrête quelques instants	9 min	3 min						

Tableau 12. *Exemple d'une chronique de l'activité sur les premières minutes d'ascension*

L'analyse des chroniques d'activité de chaque grimpeur nous ont permis d'identifier sept ouverts en prenant en compte la dynamique des changements de focalisation attentionnelle des grimpeurs. En effet, les chroniques montrent que les grimpeurs agissent en fonction de différentes préoccupations qui s'ouvrent et se ferment au cours de l'action. Nous avons donc mis en évidence des ouverts concernant l'attention portée à la frappe ou au crochetage. Il s'agit des ouverts « faire un effort pour désancrer » (e.g., ouvert qui structure 4 fois l'engagement de Pierre avec le piolet de cascade), « envisager un crochetage » (e.g., ouvert qui structure 7 fois l'engagement de Paul avec le piolet de cascade), « envisager une frappe » (e.g., ouvert qui structure 7 fois l'engagement de Quentin avec le piolet de goulotte) et « s'appliquer dans les ancrages » (e.g., ouvert qui structure 5 fois l'engagement d'Anne avec le piolet de cascade). Il existe également des ouverts qui concernent l'attention portée à la glace ou au profil de la voie. Il s'agit des ouverts « enquêter » (e.g., ouvert qui structure 6 fois l'engagement d'Anne avec le piolet de cascade) quand le grimpeur se focalise sur l'environnement proche, et « analyser la voie » (e.g., ouvert qui structure 6 fois l'engagement de Paul avec le piolet de cascade) quand le grimpeur se focalise sur son itinéraire. Il y a enfin un ouvert qui concerne l'adaptation à l'environnement ou à l'objet. Il s'agit de l'ouvert

« modifier sa posture » (e.g., ouvert qui structure 4 fois l'engagement d'Anne avec le piolet de cascade) qui renvoie au changement de position dans l'espace pour s'adapter au changement de mode d'action. Nous avons également identifié chez deux grimpeurs une actualité potentielle (E) relative à l'attention portée aux autres grimpeurs. Néanmoins, celle-ci ne constitue pas un ouvert étant donné son absence de récurrence et donc de structuration dans le temps.

Dynamique des ouverts et des savoirs (in-dividuation)



L'identification des ouverts (O) et des savoirs (I) a été intégrée à un descriptif subjectif de chaque ascension vécue par les acteurs au cours de la semaine. Sur la base de cette analyse nous avons pu reconstruire la dynamique séquentielle du cours de vie relatif à la semaine d'ascension (tableau 13). La reconstruction du cours de vie des grimpeurs montre l'émergence de nouveaux savoirs dans l'utilisation longue d'un même piolet durant la période d'observation. Le tableau 13 montre l'apparition et le réinvestissement des nouveaux savoirs en fonction des jours de la semaine et des grimpeurs. En parallèle, une modification des ouverts s'opère et l'on passe d'ouverts liés à la réussite de l'ancrage à des ouverts liés à l'ajustement des positions, de la façon de tenir le piolet ou à l'exécution plus fine de la frappe (e.g., le 3^{ème} jour, Anne ne structure plus son engagement autour de l'ouvert « faire un effort pour désancrer » mais autour de l'ouvert « s'appliquer dans les ancrages »). Cette dynamique temporelle de l'expérience ne permet pas seulement de constater l'apparition de nouveaux savoirs mais aussi de constater le réinvestissement de ces nouveaux savoirs dans une situation similaire même à long terme, en fonction notamment des contraintes de l'environnement ou des contraintes de l'activité. Il peut s'agir par exemple des changements de mains quand il faut « brocher » (e.g., Pierre ne réalise des changements de main que les 3^{ème} et 5^{ème} jours lors de la réalisation d'une longueur en tête), ou de nettoyage de la glace avec la panne du piolet (e.g., Paul nettoie la glace uniquement au cours d'une ascension dans le 5^{ème} jour lorsque la glace est recouverte de neige), des crochetages plus horizontaux quand la glace est creuse (e.g., Quentin, le 6^{ème} jour, profite du relief de la glace et pour utiliser le piolet non préférentiel à l'horizontale), des crochetages avec application d'une force vers le bas lorsque la glace est propice à ce genre d'ancrage (e.g., Pierre applique une force vers le bas principalement les 2^{ème} et 5^{ème} jours quand la lame ne « déchire » pas la glace) ou encore la technique qui consiste à tourner les piolets ou à les pousser vers le haut pour les désancrer



(e.g., Anne les 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} jours, pousse les piolets pour les sortir quand la qualité de la situation l'engage à réaliser des crochetages). On remarque que ces types de crochetages ou de « style » disparaissent parfois en l'absence de conditions favorables mais réapparaissent aussitôt lorsque la situation le permet ou le demande. De même, la coordination motrice consistant à aligner les bras dans l'axe du corps (tableau 14) ou à planter les pieds « *en canard* » (Anne) est abandonnée lors des passages plus techniques (e.g., « replat » (tableau 14)) ou de type de glace différent, mais réapparaissent parfois sur une autre voie ou le jour suivant.



La dynamique du cours de vie s'exprime en fonction de l'actualisation des ouverts (ouverture/clôture) et de l'investissement des savoirs (mobilisation/absence) en fonction des temps de l'ascension (par unité élémentaire) :

Actualisation des ouverts : (* = ouverture) *versus* (absence de * = clôture)

Investissement des savoirs : (relatifs aux désancrages des piolets , relatifs aux frappes ou crochetages , relatifs aux manipulations des piolets et à l'organisation des mouvements du corps , relatifs aux utilisations des piolets , relatif aux modifications des piolets = nouveau savoir puis mobilisation) *versus* (aucune couleur = absence de création ou de mobilisation des nouveaux savoirs)

			1ère ascension (J2)			2ème ascension (J3)			3ème ascension (J4)		4ème ascension (J5)			Changement de piolet	5ème ascension (J6)		
Piolet utilisé	Nouveaux savoirs	Descriptifs Ouverts	« Le tube » glace formée			« Hiroshima » en tête, glace dure			« Les formes du chaos » glace à assiette ou très fine		« Beating the retreat » en tête, glace cassante				« Fracastorus » glace en sorbet		
Pierre		Pousser les piolets pour les sortir	Faire un effort pour désancrer	*	*	*	*								*		
			Enquêter	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
		Crocheter avec force vers le bas	Envisager des crochetages	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	
			Envisager des frappes			*	*		*	*	*	*	*		*	*	
		Changer de main	Modifier sa posture					*									
		Frapper le plus haut possible	Analyser la voie	*	*		*	*	*	*	*	*					
			S'appliquer dans les ancrages	*	*	*		*	*	*	*	*	*		*	*	
			Unités élémentaires	Avance aisément	Crochète le plus possible	Améliore les crochetages	Se rassure « en tête »	Pose des broches rapprochées	S'oriente	Se permet de frapper doucement	S'oriente	Prend un « maximum d'informations »	Se permet de crocheter	Recommence à frapper	Eviter les frappes fortes	Avancer rapidement	
			Représentamens	Le relief marqué de la glace	Le relief marqué de la glace	La forme du piolet	La simplicité du « chemin »	L'instabilité des ancrages	La dureté de la glace par endroit	La confiance que procure le piolet	La présence « d'assiette »	La complexité de la glace	Le piolet ne « déchire » pas la glace	La présence de neige	La difficulté de désancrage	La facilité de pénétration, la douleur dans les doigts	

				« Le tube » glace avec beaucoup de marche, en tête, il neige un petit peu, plutôt un grade 4+/5 avec un cigare de 20 m			« Le vermicelle » glace à crocheter, vers 10 h, au soleil, grade 5+		Deuxième longueur d'« Easy rider », vers 15 h 30, glace presque sorbet, grade 3		« Beating the retreat », grade 4+ sur 300 m, glace qui part en plaque avec de la neige, vers 10 h, piolet avec des lames de dry-tooling.					« Nain des ravines » glace sorbet la plupart du temps	
				Ouverts													
Paul		Tourner les piolets pour les sortir	<i>Faire un effort pour désancrer</i>								*	*		*			*
			<i>Enquêter</i>	*		*	*	*			*	*	*	*			*
		Nettoyer la glace avec le plat de la lame	<i>Envisager un crochetage</i>		*	*	*	*		*	*	*	*	*		*	*
		Frapper peu profondément	<i>Envisager une frappe</i>				*	*			*	*	*	*		*	*
			<i>Modifier sa posture</i>						*								
		Changer de main pour mieux crocheter ou frapper	<i>Analyser la voie</i>	*		*	*	*			*	*	*	*		*	*
			<i>S'appliquer dans les ancrages</i>		*	*		*			*	*	*	*		*	*
		Unités élémentaires		Ressent une appréhension	Grimpe vers la gauche	Se sent efficace	Scrute régulièrement la glace	Privilégie les ancrages	Adapte la prise du piolet à ses nouveaux gants	Privilégie la frappe	S'oriente	Nettoie la glace pour avancer	Ressent de la fatigue	Privilégie les crochetages		Se concentre sur les frappes	Se concentre sur les crochetages
		Représentamens		La volonté de monter en tête	Les marques de passage	Le bon ancrage des piolets	La qualité « étrange » de la glace	La nature de la glace	L'impossibilité de placer sa main sur la poignée	La souplesse de la glace	Le passage de la première cordée	La présence de neige	L'inclinaison et la longueur de la voie	La propreté de la glace, la fatigue		La souplesse de la frappe, la forme du piolet	La dureté de la glace, la difficulté de désancrage

				« Le tube » glace plutôt dur de difficulté moyenne, un peu de neige, voie en dièdre			« Hiroshima » beaucoup de creux, bien formé, grade 5, petit passage en glace fine			« La vision de marco » peu de passage, lisse puis sculpté, départ avec de la fatigue			« Beating the retreat » glace cassante avec de la neige				« Fracastorus » glace sorbet, température positive		
Anne		Pousser les piolets pour les sortir	Faire un effort pour désancrer	*	*	*						*				*	*		
			Enquêter	*			*	*	*	*	*								
			Envisager un crochetage				*	*	*	*	*		*						
			Nettoyer la glace avec le manche	Envisager une frappe	*	*	*		*	*		*	*						
			Crocheter plutôt que planter	Modifier sa posture					*			*	*						
			Allonger les bras	Analyser la voie	*				*			*	*						
			S'appliquer dans les ancrages				*	*	*		*	*							
		Unités élémentaires	Apréhende	Avance en frappant fort	Hésite à crocheter	Cherche un moyen d'avancer sans forcer	Cherche loin pour crocheter	Se sent fluide	Débute difficilement en frappant fortement	Se dirige vers un passage plus simple	Se concentre pour avancer	Trouve des difficultés pour frapper	Epreuve des difficultés pour avancer	Se concentre pour ne pas fatiguer		Réitère souvent ses frappes	N'ose pas crocheter, frappe profondément		
		Représentamens	La perception de la dureté de la glace	La longueur de la lame ancrée dans la glace	Le manque de stabilité des pieds	Le rappel des difficultés de la veille	La stabilité des pieds	La coordination pied/piolet	La dureté de la glace	Les sensations de fatigue	La volonté de finir	La fragilité de la glace, la forme du manche	La présence de neige, la mauvaise accroche des pieds	Ses douleurs dans les bras		Se tape les doigts contre la paroi	Sentiment d'un ancrage peu sûr, la qualité de la glace		



				« Le tube » glace avec du relief, cigare de 30 m			« Hiroshima » glace dure à frapper, temps idéal		« Les formes du chaos » en tête, glace cassante, longueur en tête			« Beating the retreat » il fait beau, glace cassante				« Fracastorus » glace parfois en sorbet			
Quentin		Décoincer le piolet en tirant sur la tête de celui-ci	Faire un effort pour désancrer						*		*	*	*	*		*	*		
		Nettoyer la glace avec la panne	Enquêter		*	*		*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*
		Régler la palette	Envisager un crochetage	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*
			Envisager une frappe				*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*
		Utiliser le piolet à l'horizontale	Modifier sa posture		*	*		*	*	*	*	*	*	*		*			
		Aligner les bras	Analyser la voie	*				*	*	*	*	*	*	*		*			
		Changer de main	S'appliquer dans les ancrages				*	*	*	*	*	*	*	*		*		*	*
		Unités élémentaires	Règle les piolets et scrute la paroi		Avance rapidement	Frappe avec peu de force	Privilégie les frappes bien hautes	Frappe moins fort	Frappe « détendu » pour ancrer piolets et crampons	Scrute la glace régulièrement et privilégie les crochetages	Enfonce la lame profondément, pause de nombreuses broches	Scrute la glace régulièrement et privilégie les crochetages	Frappe fort pour ancrer suffisamment les piolets, ressent de la fatigue	Accentue la vérification des ancrages en tirant le piolet vers le bas		Lit la voie en avançant doucement	Grimpe en opposition en utilisant des crochetages	Se concentre pour réussir les crochetages	
		Représentamens	La trop grande séparation entre l'index et les autres doigts	La confiance dans les piolets, les nombreux crochetages	La qualité de la glace, la tenue de la lame dans la glace	La forme de la lame, la qualité de la glace, la fatigue	Les douleurs dans les doigts, la mauvaise position de la palette	L'expérience de la veille	Glace en replat cassante, doigts qui touche la glace	Glace cassante, absence de crochetages	Glace en replat cassante, doigts qui touche la glace	La présence de neige, la glace cassante	Chute récente	Le profil général « technique » de la voie		Le relief de la glace, les mauvaises sensations en frappant	La lame qui se coince, la lame qui ripe		

Tableau 13. Dynamique séquentielle du cours de vie relatif à la pratique

U 2	E	R	I
Scrute la glace régulièrement et privilégie les crochetages	Enquêter, Envisager des crochetages,	Glace en replat cassante, Doigts qui touchent la glace	Le replat ne permet pas d'aligner les bras comme d'habitude

Tableau 14. *Extrait du cours d'expérience de Quentin montrant l'abandon de « l'alignement des bras »*

Il y a donc une ouverture/clôture du champ des possibles dans le temps. Notons que les nouveaux usages sont de plus en plus réinvestis au cours des ascensions successives. Ainsi, les changements de mains deviennent récurrents dès le troisième jour et semblent même « *plus difficiles* » (Paul) le sixième jour lorsque les grimpeurs changent de piolet. Cette réapparition du sentiment de difficulté lors du changement de main avec le piolet non préférentiel traduit une transparence du piolet préférentiel qui, dans son intégration au corps propre, se laissait oublier. On remarque la même chose pour la frappe dans la glace dure. Lors du changement de piolet, un grimpeur s'aperçoit qu'il ne frappe plus de la même manière : « *Là j'ai tendance à me taper les doigts, j'ai perdu mon geste* » (Quentin).

Les données du journal de bord confirment ce lien entre l'usage du piolet et la situation. Dans une ascension (« La vision de Marco », jour 4) vécue comme particulièrement compliquée, « *la glace est plus lisse* », « *je fatigue, je perds en lucidité* » (Anne), le grimpeur oublie ses piolets en haut de la voie. L'environnement délicat provoque ici un abandon de l'outil. Il en est de même pour l'utilisation de la panne du piolet qui ne trouve son usage que lorsque de la neige recouvre la glace et se laisse oublier le reste du temps.

Opacité/transparence en fonction des piolets (in-corporation)

On peut porter un regard plus précis sur cette opacité/transparence en regardant comment le type de piolet utilisé vient modifier ce processus.

À travers les ouverts :

La dynamique des ouverts est différente pour chaque grimpeur en fonction du piolet utilisé (tableau 13). Pour les grimpeurs ayant utilisé le **piolet de cascade** puis le piolet de goulotte, le changement de piolet induit le passage d'une prédominance d'ouverts liés à l'**ajustement des positions**, à la **façon de tenir le piolet**, à l'**exécution précise des frappes**

et à l'**enquête** à une prédominance d'ouverts liés à la réussite de l'ancrage. Il s'agit d'une régression de la dynamique des ouverts lors du changement de piolet au sens où l'on note une présence d'engagements (E) plus « primitifs » (nous avons vu dans l'étude 1 que les préoccupations liées à la sécurité devaient être satisfaites pour que le grimpeur puisse ouvrir son activité vers la recherche d'itinéraire par exemple).

Chez le grimpeur ayant utilisé le **piolet de goulotte** puis le piolet de cascade, nous n'observons pas la même régression. Si les ouverts relatifs à la façon de tenir le piolet et à l'exécution précise des frappes disparaissent, ceux liés à l'**enquête** et à l'**analyse de la voie** sont toujours présents et ceux liés à la **réalisation de crochetage** sont plus marqués.

À travers les nouveaux savoirs :

Avec le **piolet de cascade** en premier choix, les nouveaux savoirs concernent le **désancrage**, le **crochetage** et l'**évolution sur la glace**. Avec le **piolet de goulotte** en premier choix il s'agit de savoirs concernant le **désancrage**, l'**adaptation de l'objet** (tableau 15) et l'**évolution sur la glace**.

Jour 2/ ascension d'Hiroshima / Quentin / Piolet de goulotte

U 2	E	R	I
Frappe moins forte	Envisager une frappe, S'appliquer dans les ancrages,	Les douleurs dans les doigts lors des frappes, la mauvaise position de la palette	Régler la palette permet de mieux positionner sa main et d'éviter les douleurs lors des frappes

Tableau 15. *Extrait du cours d'expérience de Quentin montrant l'adaptation de la palette*

La différence entre les deux piolets se situe donc autour du crochetage et de l'adaptation. Avec le piolet de cascade, on remarque que l'adaptation de l'objet n'est pas possible : « *Pour ces gants, la poignée est trop petite et on n'avait rien pour la régler* » (Paul, jour 3, piolet de cascade) (tableau 16). De fait le grimpeur adapte la préhension du piolet mais il parle d'un côté « *pas pratique* » (Paul, jour 3, piolet de cascade).

Jour 3/ ascension d'Hiroshima / Paul / Piolet de cascade

U 1	E	R
Adapte la prise de piolet à ses nouveaux gants en positionnant un doigt au-dessus de celle-ci	Modifier sa posture	L'impossibilité de placer sa main sur la poignée

Tableau 16. *Extrait du cours d'expérience de Paul montrant l'impossibilité de l'adaptation de la poignée*

En second choix, les nouveaux savoirs sont absents avec le piolet de goulotte. On note simplement un réinvestissement de savoirs construits antérieurement. En second choix, le piolet de cascade laisse apparaître un savoir lié à l'organisation des gestes pour évoluer. Il s'agit de la réalisation d'ancrages à l'horizontale, c'est-à-dire d'une ouverture du plan dans lequel s'effectuent les frappes et les crochetages.

Mise à jour des savoirs symboliques (in-culturation)

L'expression des savoirs symboliques

Les données ethnographiques (carnet de terrain, photo, observation participante) mettent à jour les mobilisations et les expressions des savoirs symboliques qui sont véhiculés dans la communauté de pratique qui se forme au cours de la semaine de stage.

« La phase d'observation commence très tôt le matin du premier jour, lorsque le groupe quitte les chambres du centre de l'Union nationale des Centres Sportifs de Plein Air (UCPA) de Val-Cenis dans les Alpes du Sud. Tout le monde se dirige vers une petite cabane à l'extérieur du centre. C'est le moment tant attendu de la distribution du matériel. Chacun essaie chaussures d'alpinisme et crampons, mais quelques grimpeurs du groupe ont déjà leur équipement personnel ».

C'est là que commence la construction d'une identité de grimpeur. Les identités se confrontent et se définissent.

« Les cordes et les piolets sont déjà dans le minibus (figure 23) qui nous emmène sur une route gelée et blanche vers la Vallée de Cervière. Le groupe rigole, la seule fille est chargée de transporter les cordes ».

« Les discussions s'étoffent sur les anciennes expériences montagnardes de chacun. On parle aussi vêtement technique (Quentin) ».

L'environnement matériel est omniprésent. Il faut qu'il résiste au froid, à l'humidité mais aussi qu'il soit le marqueur de la compréhension et de la connaissance du monde de la montagne.

« Quentin parle de son pantalon acheté dans un magasin très connu dans le monde de la montagne : Celui-ci je l'ai acheté au "Vieux", il a vécu mais tu mets du scotch sur les trous et c'est bon ».

L'habit retrace ici l'expérience de la montagne.

« Quentin a déjà fait de nombreuses courses alpines. Paul, Anne, Pierre et Quentin évoluent dans un niveau d'escalade allant de 5c à 6c/7a (cotation de la Fédération Française de la Montagne et de l'Escalade), c'est-à-dire dans un niveau presque débutant pour deux d'entre eux, à un niveau bon pour les deux autres ».

Ce stage est pour eux l'occasion de s'initier ou de se perfectionner à la cascade de glace mais tous ont déjà une idée de ce qu'est cette activité.

« Il est temps de partir. Le froid gèle les doigts mais tous ne désirent qu'une chose : découvrir ou retrouver la glace ».

« La montagne et les sports de pleine nature qui y sont associés sont plus ou moins connus de ces sportifs qui se documentent sur le sujet ou passent certaines de leurs vacances aux sports d'hiver ».



Figure 22. Discussion à côté du minibus avant le départ

Dans la pratique, un seul d'entre eux a déjà réalisé des courses alpines.

« Quentin envisage de se présenter à l'examen probatoire d'aspirant guide. Il s'agit du processus de formation pour les guides de haute montagne. Dans cette optique, il réalise une liste de courses alpines obligatoires ».

Leur attrait pour l'escalade et les sports hivernaux conduisent ces quatre grimpeurs à suivre l'évolution des pratiques qui y sont attachées. Ils regardent des vidéos sur le sujet, connaissent le matériel, construisent une expertise sur certaines pratiques et intègrent les

habitudes propres à la culture de l'escalade, voire de l'alpinisme. Le vocabulaire qu'ils emploient est technique et adapté à la situation.

« Dans les journaux de bord nous pouvons retrouver du vocabulaire se rapportant au milieu de l'escalade : relais, longueur, dégaine, dièdre ».

Il est intéressant de voir que ce vocabulaire est également partagé par les glaciéristes experts. Au travers du journal de bord, on note que les grimpeurs possèdent, le premier jour, un registre de mots liés à la nouvelle activité pratiquée (tableau 16). Les traces de l'activité font transparaître un degré de connaissance construit en dehors de la pratique mais au travers des relations, des lectures ou des visionnages cinématographiques. Notons que ce vocabulaire est très orienté vers le descriptif des outils. L'évolution du vocabulaire au quatrième jour est notable (tableau 16). On remarque que celui-ci se spécifie également vers la qualité et la structure de la glace. Ces mots sont partagés par les quatre grimpeurs à l'exception de « pioche ». Deux mots, « pioche » et « gâchette », sont souvent cités au cours de la semaine mais jamais le premier jour. Un grimpeur (Pierre) remplace « piolet » par « pioche » pour nommer son outil de progression. Deux autres remplacent « ergot » par « gâchette » pour parler d'une partie de la poignée du piolet.

	Jour 1	Jour 4
Vocabulaire spécifique à la pratique dans le journal de bord		« assiette »
	« crochetage »	« sorbet »
	« piolet »	« pioche »
	« pointe avant »	« colonnette »
	« ergot »	« cigare »
		« gâchette »
		« panne »

Tableau 17. *Évolution du vocabulaire relatif à l'escalade glacière entre le 1^{er} et le 4^{ème} jour*

Expression des gestes symboliques

On observe une transposition des techniques d'escalade rocheuse sur la nouvelle surface qu'est la glace et une construction des gestes symboliques en situation d'ascension. Un grimpeur (Quentin) se met par exemple à « lire la voie » lors de sa première ascension. Il remarque que le relief de la glace pourrait lui permettre de grimper en « opposition ». Il s'agit là d'une réutilisation des connaissances acquises dans la pratique de l'escalade, de trouver dans la glace les référents communs avec une pratique antérieure. Par la suite, ce grimpeur

remarquera que le relief de la glace l'invite plus à crocheter dans les trous déjà présents plutôt que d'évoluer dans le « dièdre », plus technique, où la technique de l'opposition peut s'appliquer. Tout se passe comme si les pratiquants débutants tentaient de « lire » la glace et de la comprendre : « *La glace est lisse, elle semble dure... grosse appréhension avant le départ* » (Anne, jour 1). Chez ce grimpeur en falaise, le caractère lisse de la surface revêt une signification particulière liée à la difficulté. On ne peut évoluer que dans les aspérités en escalade rocheuse. Ainsi, un des participants (Paul, jour 2) écrit dans son journal de bord que « *la voie est bien formée* » car il y a « *des crochetages possibles* ». La découverte de cette nouvelle matière le conduit à construire des codes attachés à cette pratique. On remarque à ce titre que les « changements de mains » sont vécus comme une phase importante de la pratique tout comme le « brochage ». En bas de la cascade, le troisième jour d'ascension, Paul (à propos des piolets quarks) parle avec un autre grimpeur et lui dit : « *Ils ne sont pas aussi pratiques, tu peux pas changer de main* » et d'ajouter : « *Moi je change souvent pour crocheter plus loin* ». De même, Pierre, après son ascension de « Hiroshima » en tête dans la journée, partage avec Quentin toute la difficulté à trouver le bon emplacement pour « brocher ». Ces deux exemples montrent un partage de l'expérience d'un geste symbolique issu de la culture reconnue des glaciéristes.

Confrontation des formes de savoirs symboliques

On repère un enjeu lié aux savoirs symboliques, eux-mêmes associés au processus d'inculturation dans le groupe en situation d'ascension de cascade de glace. Le fait de devoir pratiquer, devant tous, une activité que l'on ne connaît pas encore, provoque une source de « *frustration* » (carnet de terrain, Paul, jour 2). On assiste en quelque sorte à une course à la maîtrise des savoirs propres à l'activité afin de ne pas perdre les acquis valorisants construits en escalade rocheuse. Ainsi, un grimpeur tente une partie d'une ascension en tête dès le premier jour : « *Je tenais à la faire en tête* » (Quentin). Cette remarque montre que le milieu bouleverse les connaissances établies et reconnues par le groupe. À titre d'exemple, tous les participants du stage se connaissent et grimpent ensemble le reste de l'année, connaissent leurs niveaux respectifs et se reconnaissent comme « bon grimpeur », voire « fort grimpeur ». Dans la même mesure, un autre grimpeur (Pierre, jour 2) exprime dans un entretien le « *plaisir* » ressenti après avoir effectué un « *changement de main* ». Il s'empresse de commenter son geste au pied de la voie. Il y a donc une intégration des savoirs symboliques

de la cascade à la culture propre des grimpeurs, traduisant un processus d'in-culturation continu et ponctuel au fil des jours. En effet, les marqueurs de cette intégration des savoirs sont dilués et continus. À titre d'exemple, le soir, après dîner, les grimpeurs se retrouvent dans la salle d'escalade du centre d'hébergement afin de s'adonner à une sorte de *contest* (figure 24). La plupart d'entre eux réalisent des voies techniques et difficiles, en tête, sous le regard des autres membres du groupe.



Figure 23. *Démonstration technique lors d'un contest*

Lors de ces séances d'escalade, les savoirs symboliques antérieurs construits et partagés collectivement permettent aux grimpeurs de ponctuellement se sentir comme chez eux lors de la semaine d'escalade sur glace.

6. Discussion

In-culturation

Nos résultats mettent en avant quatre marqueurs possibles de l'in-culturation :

- le vécu commun passé, contribue à structurer l'activité d'initiation en escalade sur glace et traduit la dimension sociale de l'appropriation ;
- l'intégration des formes de savoirs symboliques sonne comme une intégration de la pratique à la culture propre, face à un milieu qui bouleverse les connaissances établies et reconnues par le groupe ;
- la découverte de cette nouvelle matière et des significations qu'elle véhicule pousse les participants à s'adapter, à construire des codes attachés à cette pratique ;
- l'utilisation de connaissances antérieures actualisées et signifiées par l'environnement sert de guide à l'action. Cette volonté de se sentir appartenir au groupe des glaciéristes peut traduire une sorte d'in-culturation au travers de connaissances construites et partagées socialement.

In-dividuation

Nos résultats mettent également en avant une différenciation de l'intégration du piolet au monde propre de l'acteur en fonction du piolet. Nous pouvons observer cette différenciation au travers de la dynamique des ouverts (tableau 13), qui est l'actualisation des préoccupations des grimpeurs à chaque instant et donc l'expression de la signification du piolet dans le monde propre de l'acteur :

- la présence et la stabilité dans le temps d'ouverts relatifs à l'enquête, à l'analyse de la voie et à la précision des gestes et des postures semblent traduire une intégration plus profonde du piolet au monde propre de l'acteur, c'est-à-dire que le piolet joue un rôle de médiation plus riche qui permet au grimpeur de percevoir l'environnement plus largement et de tendre vers une transparence du piolet ;
- l'intégration du piolet de goulotte au monde propre de l'acteur semble se caractériser par une intégration plus durable ;
- la plus grande stabilité de la dynamique des ouverts lors du passage du piolet de goulotte au piolet de cascade pourrait expliquer la capacité du piolet goulotte à maintenir une certaine transparence lors du changement de piolet, ou du moins à éviter une trop grande

opacité. Cela peut s'expliquer par la capacité offerte par ce piolet à frapper dans la glace et donc à satisfaire en premier lieu les préoccupations liées à la sécurité de l'ancrage (étude 1) et l'émergence de savoirs liés à la réussite de l'ancrage avant d'ouvrir vers une activité d'enquête ou d'analyse. Les piolets offrant une propension plus grande au crochetage ne satisfont que partiellement le sentiment de sécurité attendu par les novices (étude 1), et nous voyons apparaître une volonté plus présente de contrôler l'ancrage (e.g., crocheter avec force, frapper peu profondément, crocheter plutôt que frapper). Le changement vers un piolet qui modifie la façon d'ancrer (de l'ancrage à la frappe) pousserait alors les grimpeurs à se focaliser sur cette caractéristique et donc à une opacité plus prononcée ;

— la transparence/opacité de l'outil en fonction de la situation s'actualise lorsque les focalisations sont centrées/détournées de l'objet. Appropriier le piolet revient à ouvrir son champ des possibles vers l'analyse de la glace, de la voie, des modes d'action permettant d'évoluer plus simplement, efficacement ou rapidement. C'est cette dynamique situationnelle des ouverts qui rend compte de cette transparence momentanée ;

— chaque piolet véhicule des significations et des usages que l'acteur intègre et tente de projeter dans son action future. Si cette projection est satisfaisante, le processus d'appropriation peut s'engager. À ce titre, nos résultats montrent que le piolet de dry-tooling n'a pas été retenu pour effectuer la semaine d'ascension sur la base d'une perception d'une action future contraignante dans le contrôle des frappes.

In-corporation

Nos résultats mettent également en avant une différenciation de l'intégration du piolet au corps propre de l'acteur en fonction du piolet. Nous pouvons observer cette différenciation au travers de l'apparition des nouveaux savoirs qui traduisent le fait que le piolet sert directement à l'action au lieu d'être l'objet de celle-ci :

— les nouveaux savoirs construits avec le piolet de cascade sont d'un registre différent de ceux construits avec le piolet de goulotte (tableau 13). Néanmoins, l'utilisation d'un piolet, quel qu'il soit sur un temps long amène le grimpeur à développer des nouveaux savoirs, c'est-à-dire à entretenir un rapport à l'objet qui n'est plus de l'ordre de l'utilisation mais de l'incorporation ;

— l'incorporation du piolet de goulotte passe par une adaptation du piolet (tableau 15 : réglage de la palette) au cours des ascensions afin de pallier les douleurs. Le piolet de cascade ne présente pas ce genre d'adaptation (le réglage, même envisagé, n'est possible qu'à l'aide

d'un outil) et de fait, a tendance à se rappeler plus souvent à l'acteur par l'apparition de douleurs ou un manque de maîtrise lors de la frappe lorsque la poignée semble trop grande pour la main du grimpeur.

Relation entre monde, corps et culture propres

Au travers de cette étude nous avons donc fait le choix de dépasser le constat d'un état de l'appropriation et des transformations associées, c'est-à-dire de constater des styles de grimpe sur la base des comparaisons entre les activités des acteurs comme nous avons pu le faire dans notre première étude et comme ont pu le faire Saad et Theureau (2002) dans leur rapport d'orientation pour la conception de systèmes d'assistance adaptatifs. L'objectif était de cerner les déterminants de cette appropriation pour concevoir de façon pleinement fondée les situations concernées et leurs composantes comme appropriables. Pour cela, nous avons pris les moyens théoriques et méthodologiques du « cours de vie relatif à une pratique » sur une période longue. De fait, la mise en place d'une méthodologie issue de la phénoménologie et de l'anthropologie culturelle nous a permis de révéler l'activité des glaciéristes en dépassant l'objet théorique cours d'expérience. Nous avons observé une modification et un partage de la culture symbolique en plus d'une modification des usages et d'une histoire de dynamique des ouverts mettant en évidence un processus d'appropriation sur trois pôles : corps, situation et culture. Ces notions définissent des pôles et non pas des catégories qui permettraient de séparer radicalement les phénomènes concernés (Theureau, 2011). Ces pôles sont ordonnés et cumulatifs. Ainsi, l'intégration à la culture propre repose sur une certaine intégration au corps propre et à la culture propre ; l'intégration au corps propre repose sur une certaine intégration au monde propre et enfin l'intégration au monde propre s'accompagne au moins d'une intégration minimale à son corps propre et à sa culture propre. Le fait que le vocabulaire dans les journaux de bords (culture propre) change au cours des usages montre en effet que le langage est soumis aux perturbations issues de l'activité du corps propre. De même, la mise en pratique des formes de savoirs symboliques et des gestes symboliques (savoir brocher, savoir grimper, savoir parler de la montagne...) s'accompagne d'une appropriation de plus en plus fine du piolet c'est-à-dire d'une ouverture du champ des possibles. Ainsi, aux critères d'appropriabilité définis s'ajoute un critère supplémentaire de favorisation des savoirs et des gestes symboliques. Ces gestes et savoirs sont reconnus par les

pratiquants comme centraux dans la culture symbolique des glaciéristes et engendrent le besoin d'être partagés. Ces partages participent au processus d'appropriation et en découlent.

Des pistes d'analyses sont déjà envisageables au vu de nos résultats. En effet, il semblerait que l'apparition de nouveaux possibles, autrement dit de nouvelles actions et perceptions, puissent traduire une certaine transparence de l'outil une fois celle-ci intégrée au corps propre et que l'effacement et le réinvestissement des nouveaux possibles dans le temps pourrait être un marqueur de la « momentanéité » de cette transparence. Si parfois les piolets sont incarnés, parfois ils se rappellent à l'acteur quand par exemple la surface ou la nature de la glace change, laissant place notamment, comme le montre les résultats, à certaines douleurs, fatigues ou limitation de l'usage. On peut parler d'opacité/transparence en fonction de la situation, la transparence (Lenay, 2006 ; Lenay, Gapenne, Hanneton, Marque & Genouel, 2000) n'étant que l'aboutissement de l'appropriation traduite par le fait que l'artefact échappe à la conscience pré-réflexive.

7. Conclusion

Nos résultats montrent que la construction de significations dans les premiers usages des piolets entraîne une volonté de poursuivre la semaine avec un piolet plus qu'un autre. De même, la consolidation de ces significations permet l'apparition de nouveaux savoirs au cours de la semaine alors que le changement de piolet en fin de semaine bouleverse cette construction et peut se traduire par un usage difficile, qui n'engendre pas ou peu de nouveaux usages. Au-delà de cette marque d'une opacité/transparence de l'outil qui peut conduire à un rejet, comme c'est le cas du piolet de dry-tooling qui n'a pas été retenu par les grimpeurs (tableau 14), il est intéressant de questionner la temporalité et le processus sous-jacent. En écho à ces résultats, le modèle d'appropriation de la technologie de Carroll et al. (2002a, 2002b), décrit la transformation d'une technologie dont l'usage est envisagé par son concepteur (*technology-as-designed*) à une technologie actuellement utilisée (*technology-in-use*). La nature de cette transformation est appelée le processus d'appropriation. Sans remplacer l'objet de conception « appropriation » et les critères d'appropriabilité associés, il spécifie une temporalité, un état de l'objet (conçu/utilisé) et un processus (non-appropriation/appropriation/désappropriation). L'intérêt de ce modèle en complément de

l'appropriation du monde au corps et à la culture propre est de spécifier des critères de conception pour l'appropriation inscrits dans une temporalité.

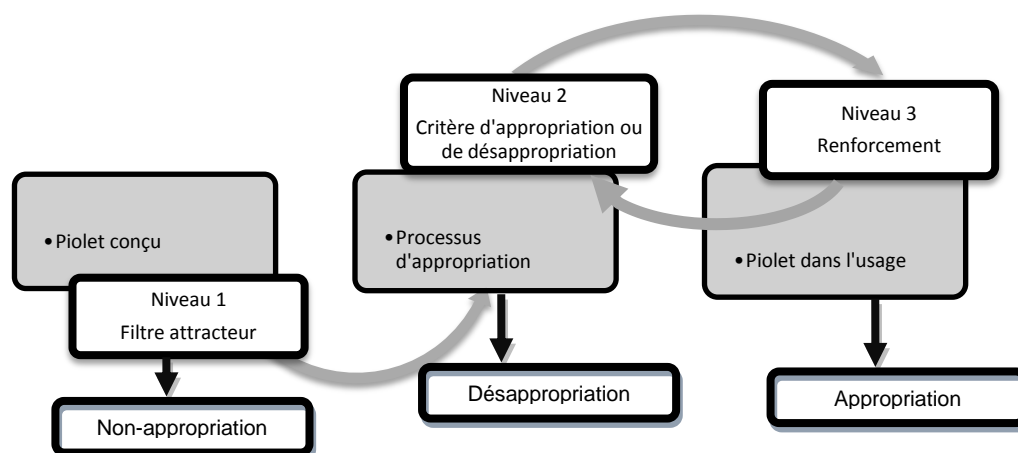


Figure 24. *Modèle d'appropriation de la technologie « piolet » (Carroll et al., 2002a)*

Ce processus serait construit sur trois niveaux (figure 24), de la transformation du projet initial du concepteur à une pratique d'usage par un utilisateur.

Le niveau 1 se rapporte à la première rencontre des utilisateurs avec une nouvelle technologie (le piolet en bas de la cascade de glace). À ce niveau, un jugement initial est rendu sans aucune utilisation prolongée de la technologie. Les résultats de ce « filtrage » sont soit une non-adoption si les utilisateurs ne sont pas intéressés par la technologie, soit une décision d'adopter (Davis, Brynjolfsson, & Kemerer, 1989) qui initie le processus d'appropriation.

Le niveau 2 reflète une évaluation plus approfondie par l'usage. Si les utilisateurs sont attirés par une technologie, ils vont l'explorer en profondeur à travers le processus d'appropriation. Il y a deux résultats possibles. Une appropriation survient lorsque les utilisateurs prennent possession des capacités de l'outil afin de satisfaire leurs besoins. Une désappropriation se produit lorsque, à un moment donné pendant le processus d'appropriation, les utilisateurs choisissent de ne pas persister avec cet outil. Certains auteurs ont même construit des taxonomies de « facilitateurs » pour l'appropriation afin de prévenir une désappropriation. Proulx (2002) a ainsi proposé de considérer la maîtrise technique et cognitive de l'usage de l'artefact, l'intégration significative de l'usage du dispositif dans le contexte de pratiques quotidiennes, la capacité de l'artefact à susciter des occasions de création dans la pratique de l'individu (c'est-à-dire des actions générant une nouveauté importante dans la pratique) et la médiation par la communauté (partage des apprentissages et soutien au sein de la communauté de pratique mobilisée).

Le niveau 3 du processus d'appropriation, quant à lui, concerne l'utilisation à long terme de l'objet technique. À ce stade, il est approprié et intégré dans les pratiques des utilisateurs. Ce n'est pas une activité ponctuelle, elle est soumise à un renforcement continu dans l'usage. Le processus continu de construction de nouveaux possibles et des actions-types semble confirmer le passage d'un stade d'adoption à un stage d'appropriation de la technologie. Si les actions-types possibles semblent adaptées à la situation, de nouveaux usages apparaissent. Chaque piolet ouvre ainsi un espace des possibles qui, dans la situation, doit correspondre aux critères d'appropriabilité pour que le processus d'appropriation s'engage. Les critères pour l'appropriation étant l'ensemble des significations (acceptable pour agir) d'un piolet à l'instant t et pour l'action future.

Critère pour la conception

Ces critères sont donc les conditions à réunir pour que le piolet favorise, à chaque instant a) l'enquête et l'analyse de la surface et de la voie, b) le crochetage ou la frappe suivant le type de glace, c) l'économie des ressources pour agir (force musculaire, confort, plaisir...), d) l'intégration de nouveaux savoir, e) le partage des savoirs symboliques.

Pour autant, en considérant la nature plurielle de l'appropriation au monde propre, au corps propre et à la culture symbolique, la mise en évidence d'un processus continu d'appropriation au cours des ascensions répétées et des critères qui lui sont spécifiques n'est qu'un élément permettant d'appréhender l'objet de conception. Si cet empan temporel permet de dépasser la notion de situation d'aide et d'utilisabilité (étude 1), seule la construction du cours de vie relatif à l'activité des glaciéristes permet notamment de rendre compte de l'inculturation ; élément supplémentaire dans ce processus.

Intérêt pour la conception

L'appropriation est donc une caractéristique de l'activité médiée par les objets que l'on peut associer au critère ergonomique d'appropriabilité ou critère pour favoriser l'appropriation (Haradji, 1994 cité dans Theureau, 2011) qui permet de dépasser celui de situation d'aide (Theureau, 2002) du fait de la prise en compte dans l'ingénierie des situations des innovations techniques et de leur rôle anthropologiquement constitutif (Steiner, 2010), mais également de la distinction entre empirique et technologique.

Étendre le concept d'utilisabilité à celui d'appropriabilité présente un intérêt notamment lorsqu'on s'intéresse aux conditions à construire pour encourager des actions prometteuses chez des débutants en escalade glacière où ces intégrations sont en construction.

Ainsi, travailler sur le caractère inachevé de l'activité humaine impose de penser le passage à l'appropriation comme une dynamique qui permet, dans une optique de conception, d'anticiper l'ensemble des effets de la transformation de l'activité.

Du point de vue de la conception il serait envisageable de jouer sur les caractéristiques physiques du piolet pour encourager ou dissuader certaines actions au regard de ce qui est visé à un instant t de l'apprentissage. Quelques auteurs s'intéressent d'ailleurs aux conditions à construire pour encourager l'appropriation (Poizat, Haradji, & Seifert, 2011).

Cela peut amener à identifier des pistes de conception dans le cadre d'une démarche itérative avec un concepteur pour anticiper les situations d'utilisation et faire émerger l'activité que l'on souhaite voir se développer. On peut imaginer, à ce titre, spécifier des critères de conception liés aux résultats de cette étude concernant a) la forme du piolet pour favoriser les frappes et les crochetages, b) la forme de la lame pour influencer sur la facilité de désancrage, c) la sensation de pénétration de la lame pour ouvrir l'activité vers d'autres ouverts que la satisfaction de l'ancrage.

Nous envisageons dans cette perspective, une troisième étude qui permet d'affiner les résultats par une analyse de la dynamique du couplage structurel de l'acteur à son environnement, que les éléments impliqués soient significatifs ou non pour lui. Il s'agit d'accéder ici aux éléments qui échappent, parfois, à la conscience pré-réflexive en mettant en œuvre un nouvel objet théorique afin d'enrichir notre programme de recherche. Il s'agit aussi de considérer le côté multidimensionnel de l'appropriation en considérant que, pour documenter la transparence qui échappe à la conscience, il est nécessaire d'aller au-delà du pré-réflexif. Ainsi, si le cours de vie avait pour objectif d'élargir la temporalité afin de documenter l'appropriation et de tenter d'énoncer des critères pour la concevoir, il convient d'introduire un objet théorique pertinent pour élargir le domaine des phénomènes pris en compte dans l'activité avec une importance donnée au corps. Cela passe par la prise en considération de marqueurs potentiels de l'appropriation non accessibles à la conscience pré-réflexive, comme la dynamique des préoccupations, mais aussi d'autres marqueurs comme le type de frappe réalisée en fonction du piolet.

III. Étude 3 : analyse multi-niveaux de l'activité de frappe

Dans l'étude 1, nous avons poursuivi une visée épistémique en produisant des connaissances sur le rôle de médiation joué par les piolets dans l'activité des glaciéristes débutants et une visée plus transformative dans l'étude 2 en développant la situation d'appropriation comme objet de conception. Cette étude tend à traduire l'intérêt de la reconstitution de la dynamique du couplage structurel de l'acteur à son environnement, que les éléments impliqués soient significatifs ou non pour lui. En effet, il semble pertinent, au vu de l'étude 2, de venir documenter les aspects de l'appropriation non accessibles à la conscience pré-réflexive en considérant qu'une démarche de conception est nécessairement multicritères, c'est-à-dire qu'elle ne peut pas s'appuyer exclusivement sur des données relatives à l'activité au niveau où elle est significative pour l'acteur. Ainsi, l'enjeu est d'apporter des pistes pour la conception par la documentation de l'opacité/transparence du piolet dans le temps de la frappe en renseignant les dimensions de l'expérience subjective des grimpeurs et les éléments comportementaux non signifiants pour eux, qui organisent leur activité au cours de la frappe.

1. Enrichir l'expérientiel

Conduire une recherche technologique élaborée comme un programme de recherche, c'est-à-dire structurée autour d'un modèle empirique, permet de formuler des hypothèses de conception non triviales guidées par une modélisation de l'activité construite au cours des différentes études. En considérant à présent que l'appropriation s'actualise au travers d'une opacité/transparence de l'objet technique dans le couplage entre l'acteur et son environnement, il semblerait que certains éléments de cette activité puissent échapper à notre conscience. En cela, diversifier les apports méthodologiques pour affiner la documentation du processus d'appropriation permet de solidifier le programme de recherche technologique en offrant une diversité des modes de penser la technique (Simondon, 1958/2012). Cela passe par une documentation de l'activité comme donnant et ne donnant pas lieu à conscience pré-réflexive. Il s'agit alors d'analyser l'activité au travers des éléments significatifs et des éléments non significatifs qui échappent à la conscience pré-réflexive de l'acteur : d'une part

des indices des critères objectivables et d'autre part des données issues du cours d'expérience de l'acteur.

Le besoin d'un nouvel objet théorique

La notion de cours d'expérience développée dans notre programme de recherche constitue une description symbolique admissible du couplage structurel de l'acteur avec son environnement. C'est une analyse, qui en soit, s'avère relativement riche, comme le montre particulièrement notre première étude de compréhension de l'activité. Mais en rester là serait se contenter d'un niveau de description du domaine de la pré-réflexivité et donc d'une partie seulement de l'activité significative de l'acteur. Theureau (2002) considère en effet que le domaine cognitif constitue un continuum entre deux pôles : d'une part les phénomènes du cours d'action, ou pôle cognitif expérientiel, et d'autre part les phénomènes du couplage structurel entre l'acteur et son environnement ainsi que son histoire ne ressortant pas de son expérience. Ce dernier est nommé pôle cognitif non-expérientiel. Le cours d'in-formation est l'objet permettant de regrouper l'expérientiel soumis à pré-réflexivité et le non-expérientiel qui ne l'est pas (Theureau, 2006). Il est ce qui, dans l'activité d'un acteur dans un état déterminé, engagé activement dans un environnement physique et social déterminé et appartenant à une culture déterminée, permet de relier l'observable et le pré-réflexif. Au même titre que le cours d'expérience fait office de description de l'organisation intrinsèque du cours d'action, la description du cours d'in-formation, pour être admissible et acceptable en tant que réduction de l'activité, passe par la description du cours d'expérience (Theureau, 2006). Le cours d'in-formation enrichit de ce fait le cours d'expérience de données d'observation du corps, du comportement ou de la situation n'ayant pas donné lieu à expérience pour l'acteur (Saury, Nordez, & Sève, 2010 ; Quidu & Favier-Ambrosini, 2015). Ce nouvel objet théorique inclut des in-formations (Varela, 1989b) qui ne participent pas de la conscience pré-réflexive de l'acteur, mais qui interviennent dans le couplage structurel acteur/environnement (Dieumegard, 2009). La notion d'in-formation, empruntée à Varela (1989b), « *du latin in formare : former de l'intérieur* » (Theureau, 2006 p. 50), constitue une alternative, dans le paradigme de l'énaction, à la notion d'in-formation du paradigme cognitiviste où l'homme est un système de traitement de l'information (Saury, Nordez, & Sève, 2010). Il s'agit en définitive de la somme des interactions asymétriques acteur/environnement. Avec la description du cours d'in-formation, on ne considère plus

uniquement l'homogénéité de l'expérience et du sens pour l'acteur comme avec le cours d'expérience, mais bien l'activité en tant que telle, c'est-à-dire au-delà de l'expérience, sous une homogénéité physio-psycho-culturel-énactif signifiante (Theureau, 2006), c'est-à-dire incluant alors tous les éléments émanant du corps (physio-psycho), de la situation et du couplage structurel (énactif) et de la culture (culturel) qui sont pertinents pour l'acteur et donc permettent la compréhension de l'activité. Ces éléments sont alors considérés comme des informations permettant la description de l'activité. Seifert, Wattebled, Herault, Poizat, Adé, Gal-Petitfaux et Davids (2014) et Seifert (2010) distinguent ainsi des activités typiques divergentes chez les experts et les novices en escalade sur glace au niveau des perceptions des affordances et de la variabilité de la coordination. Par exemple, chez le grimpeur débutant on trouve plus une forme d'activité-type « *se construire des appuis de confiance* » (Seifert, 2010, p. 114) autour d'un mode de coordination bras-jambes en phase, alors que chez les experts on retrouve une sensibilité perceptive accrue aux opportunités offertes par l'environnement, construite autour d'une plus grande flexibilité dans les coordinations.

Mobilisation des hypothèses de substances

Pour préciser cet objet théorique, il nous faut définir sur quelles hypothèses de substance du programme de recherche il repose. Rappelons que le programme de recherche empirique cours d'action repose au départ sur la conjonction de deux hypothèses de substance, l'hypothèse de l'énaction, et l'hypothèse de la conscience pré-réflexive. L'objet de l'étude 2 nous a poussés à formuler une troisième et une quatrième hypothèse, celle d'une relative autonomie de l'activité, donc aussi de la conscience pré-réflexive, développée dans le cadre d'une pratique donnée qui est réalisée en temps partagé avec d'autres pratiques (Haué, 2003) et celle des contraintes et effets multiples de l'activité humaine dans les corps, situations et cultures (Haué, 2003)

Cette dernière, largement ouverte (Theureau, 2006), permet de considérer les contraintes et les effets de l'activité comme n'étant plus uniquement déterminés par le couplage acteur/situation donnant lieu à pré-réflexivité. Cette hypothèse peut alors conduire à ouvrir la recherche des contraintes et effets de l'activité comme n'étant plus simplement subjective. Plus précisément, le cours d'information « *intègre des éléments ressortant du corps, de la situation et de la culture de l'acteur, qui ne donnent pas lieu à expérience, mais qui sont néanmoins pertinents pour l'organisation interne de son activité* » (Saury, Nordez, &

Sève, 2010, p. 22). Rappelons que cette hypothèse vise aussi à questionner l'ensemble de ces sortes de contraintes et d'effets ainsi que leurs agencements. S'ajoutent alors des hypothèses de connaissance portant sur les conditions à réaliser pour que le recueil de données sur ces corps, situations et cultures en mouvement (dynamiques corporelles, situationnelles et culturelles) soit à la fois efficace, économique et compatible avec le recueil des données sur l'activité humaine (Theureau, 2006).

Pertinence de l'objet théorique

L'objet théorique cours d'in-formation a trouvé sa pertinence, notamment dans les études en science du sport, consistant à étudier la part de l'activité humaine pré-réflexive et difficilement verbalisable conjointement à l'activité spontanée non accessible à la conscience réflexive.

Ces études en science du sport concernent des niveaux d'organisation de l'activité dans les situations sportives (Saury, 2008) déterminés conjointement par des processus « montrables, commentables et racontables » et des processus de coordination s'organisant à un niveau non significatif pour les acteurs (e.g., sensori-moteur). Ceux-ci se manifestent par des ajustements comportementaux plus ou moins automatisés, et de ce fait échappent a priori à des analyses en termes de cours d'expérience (Saury, 2008). C'est pourquoi la plupart de ces études portent sur la performance de haut niveau, fortement empreinte d'automatismes que les données issues de la conscience pré-réflexive seule, ne suffisent pas à documenter (Quidu & Favier-Ambrosini, 2014). Dès lors, l'articulation des données permet de rendre compte de l'activité dans sa globalité complexe, de sa part verbalisable-conscientisable comme de sa part non consciente. Comme le précisent Gal-Petitfaux, Adé, Poizat et Seifert (2013), « *une part importante des actions motrices des athlètes de haut niveau est fortement automatisée, au point que leurs propriétés biomécaniques reposent parfois sur des processus non accessibles à la conscience pré-réflexive de l'acteur et non verbalisables par lui* » (Gal-Petitfaux, Adé, Poizat, & Seifert, 2013, p. 263). Dans cette continuité, l'étude de l'appropriation comme processus menant à la transparence de l'objet, c'est-à-dire échappant à la conscience de l'acteur, peut être abordée par l'objet cours d'in-formation.

Pour construire un programme de recherche en ergonomie du sport, il devient alors pertinent de prendre en compte les contraintes et effets multiples de l'activité humaine dans les corps, situations et cultures pour contribuer à la compréhension de l'activité.

Dans le domaine du sport de haut niveau, plusieurs études ont déjà montré l'intérêt d'articuler des données non significatives pour l'acteur à des données relatives au vécu (au travers du cours d'expérience ou d'indices perceptifs) des athlètes. Elles visaient notamment à répondre à des visées ergonomiques de conception ou d'évaluation de matériels sportifs ou de dispositifs d'entraînement. Par exemple Poizat (2006) a mobilisé les outils de l'ethnométhodologie pour appréhender finement les interactions dans un double de tennis de table. Il pointe des structures d'interactions récurrentes, non perçues par les sportifs eux-mêmes, et renseigne ainsi l'articulation des cours d'information des pongistes. On trouve aussi des travaux s'intéressant au matériel sportif qui se sont centrés sur les relations entre les sensations de golfeurs de haut niveau au moment de la frappe d'une balle avec les propriétés objectives de la balle (e.g., sa pression), de la tête du club (e.g., sa structure en bois ou en matériaux composites) et du son émis (e.g., en termes de volume et de propriétés acoustiques) au moment de l'impact de la balle sur la tête du club (Roberts, Jones, & Rothberg, 2001 ; Roberts, Jones, Rothberg, Mansfield, & Meyer, 2006). Autre étude, celle de Saury, Nordez, et Sève (2010) sur des rameurs de haut niveau lors d'une course en aviron par équipage qui propose de décrire les processus de coordination motrice entre rameurs grâce à des données significantes (concernant l'activité soumise à pré-réflexivité) et non significantes (concernant l'activité non soumise à pré-réflexivité) pour les acteurs. Les auteurs soulignent l'intérêt d'une telle analyse de l'activité dans une perspective d'optimisation de la performance collective. Toujours en aviron, Sève, Nordez, Poizat et Saury (2013) ont mené une étude afin d'évaluer l'utilité de la combinaison de deux types de recueils (expérientiel et biomécanique) dans l'analyse d'une performance sportive avec une visée transformative portant sur l'optimisation de la performance. Les résultats portant sur la synchronisation des rameurs ont permis de redéfinir certains objectifs de formations pour faire face à ce dysfonctionnement au sein de l'équipage. En effet, l'article présentait une analyse détaillée d'un dysfonctionnement de coordination perçu par un équipage d'aviron. L'objectif de cette analyse était d'identifier les caractéristiques biomécaniques qui pouvaient l'expliquer. Les résultats ont montré que le phénomène pouvait être expliqué par une amplitude de course différente chez deux rameurs. Sur cette base, les entraîneurs ont défini de nouveaux objectifs de formation pour remédier à la dysfonction de coordination de l'équipage. De même, l'étude de Gal-Petitfaux, Adé, Poizat et Seifert (2013), par le choix d'une approche intégrant des données biomécaniques à des données d'expérience, a permis de révéler un aspect important dans l'organisation de

l'activité de nage chez des athlètes utilisant un dispositif d'entraînement (MAD-system) au cours d'une situation d'évaluation. Les résultats pointent que les nageurs ont une utilisation du dispositif qui varie au fil de la situation d'entraînement en fonction des vitesses de nage prescrites. Sans remettre en cause le système d'évaluation, les auteurs proposent des pistes de conception pour optimiser l'appropriation de la situation d'évaluation.

Pertinence pour renseigner la transparence

L'intérêt de cet objet d'étude pour la compréhension de l'activité humaine a été signifié par Gal-Petitfaux, Adé, Poizat et Seifert (2013). Ainsi, évoquant les travaux de Roberts (Roberts, Jones, & Rothberg, 2001 ; Roberts, Jones, Rothberg, Mansfield, & Meyer 2006) sur le matériel de golf, ils indiquent : « *ces études ont montré l'incomplétude des données biomécaniques pour comprendre l'activité sportive instrumentée d'athlètes de haut niveau, et ont souligné l'apport complémentaire de données relatives à la perception subjective qu'en ont les athlètes* » (Gal-Petitfaux, Adé, Poizat, & Seifert 2013, p.260). Il s'agit d'un indice pertinent dans notre perspective de recherche pour documenter la transparence de l'appropriation. On peut ainsi imaginer accéder aux déterminants biomécaniques de la frappe et pointer dans quelle mesure ces données biomécaniques fournissent une signification mécanique aux sensations décrites par les grimpeurs. Signification qui peut renseigner la part transparente du processus d'appropriation, c'est-à-dire quand l'objet technique disparaît de la conscience pré-réflexive.

Ainsi, considérer l'activité au travers du cours d'in-formation permet d'améliorer la compréhension de l'activité sur trois niveaux. Premièrement en enrichissant la prise en compte des composantes qui structurent l'activité. Deuxièmement en considérant l'activité comme une disposition à agir, c'est-à-dire comme une tendance à agir régulièrement d'une certaine manière dans une circonstance donnée qui se traduit par l'incorporation de processus moteurs, émotionnels et cognitifs qui orientent l'activité. Troisièmement en pointant certaines divergences entre les deux types de données, soit parce que les perceptions ou sensations des acteurs ne correspondent pas toujours aux données biomécaniques enregistrées, soit parce que les données apportent une signification supplémentaire à l'activité (signification qui peut être biomécanique).

L'analyse de la frappe pour la conception

Notre programme de recherche technologique est en relation organique avec un programme de recherche empirique mais s'inscrit dans une relation de un à plusieurs avec les recherches empiriques (i.e., se reporter aux critères de scientificité développés par Theureau et présentés dans la première partie de cette thèse), c'est-à-dire que d'autres programmes de recherches empiriques ou d'autres recherches empiriques peuvent nourrir un programme de recherche technologique, enrichir la compréhension de l'activité et enrichir les critères de conception. Dans notre cas, pour documenter la transparence du processus d'appropriation.

Ainsi, d'un point de vue méthodologique, si le cours d'information dépasse le comportement perceptible par un observateur externe, le renseignement de celui-ci impose une méthodologie double. Un recueil de données renseignant l'activité donnant lieu à pré-réflexivité et un recueil documentant le non-observable a posteriori, c'est-à-dire l'activité ne donnant pas accès à la conscience pré-réflexive. Dans notre cas il s'agit d'indices de performances mécaniques et/ou physiologiques. Ces indices, issus d'un programme empirique différent du cours d'action, enrichissent notre programme technologique. De fait, notre programme technologique centré sur l'activité offre un modèle particulièrement intéressant d'articulation entre différents programmes empiriques pour la conception et favorise un décloisonnement disciplinaire (Theureau, 2004). Cette orientation semble d'autant plus importante que les recherches en Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives sont fortement marquées par leur parcellisation disciplinaire. L'étude des facteurs de la performance (psychologiques, physiologiques, biomécaniques, etc.) reste le modèle dominant. Les apports de ces recherches sont incontestables, cependant celles-ci ne peuvent pas répondre de façon adéquate, ni à la compréhension de l'activité dans les situations sportives dans son ensemble, ni à l'ensemble des besoins de la conception en termes de situation d'appropriation. Etant donné que l'escalade glacière est une tâche globale et complexe qui exige pour les grimpeurs d'actualiser à chaque instant de l'ascension les relations entre leurs intentions, leurs perceptions et leurs actions, il est intéressant pour la compréhension de l'activité de confronter des données issues de l'expérience et des données non conscientisables. Il s'agit d'une part, de considérer ce qui est vécu subjectivement par les acteurs en action, et qui recouvre le flux des actions, pensées, émotions, et perceptions qui se produisent en situation à un instant donné, au cours d'une activité et sont conscientisables

(pré-réflexives) par l'acteur (Cahour, Salembier, & Zouinar, sous presse), d'autre part de considérer des données biomécaniques non soumises à conscience pré-réflexive.

Objet de l'étude

Notre étude s'intéresse à l'activité produite par des grimpeurs au cours d'une situation d'évaluation de la frappe. Elle vise à mettre en œuvre l'intérêt d'une approche intégrant des données de l'activité non soumise à pré-réflexivité pour mieux comprendre l'activité des grimpeurs confrontés à différents piolets. En ce sens, elle vise à intégrer le significatif et le non-significatif au sein d'un même objet d'étude pour l'analyse de l'activité individuelle de grimpeurs. Elle se caractérise par ses visées ergonomiques de transformations possibles du dispositif technique. En confirmant l'intérêt de ce type d'analyse pour mieux comprendre le caractère complexe, dynamique et situé d'une activité et en s'intéressant à l'activité de grimpeurs confrontés à plusieurs piolets, elle cherche à renseigner les dimensions de l'expérience subjective des grimpeurs et les éléments comportementaux non signifiants pour eux, qui organisent leur activité au cours de la frappe. Sur cette base, l'étude souhaite ouvrir des pistes pour l'aide à la conception de piolets.

Dans notre visée de conception, nous avons fait le choix de documenter l'activité de frappe par des in-formations non conscientisables, structurantes pour l'activité de frappe. Nous avons fait le choix de nous porter sur l'approche biomécanique. L'approche biomécanique peut être décrite comme l'application de la physique à l'étude des forces générées ou subies par un organisme vivant en considérant leurs effets sur son mouvement ou ses déformations (Allard & Blanchi, 2000). Il peut s'agir par exemple de l'analyse des mécanismes de causalité entre des mesures cinématiques (déplacement, angle, vitesse) et électromyographiques (activité électrique du muscle). En ce sens, il semblerait plus difficile pour un acteur de percevoir les aspects biomécaniques du mouvement et donc de les soumettre à conscience pré-réflexive. Pour être plus précis, si l'acteur peut percevoir ces aspects, il n'est sans doute pas en mesure de les verbaliser. La perception est à distinguer de la conscience. Ainsi, on peut percevoir des aspects spatiaux plutôt que temporels dans la cinématique ; car ce qui est spatial fait référence à des infomations extéroceptives donc objectivables et facilement repérables dans l'environnement ; par contre ce qui est temporel fait plus appel à des informations proprioceptives, plus subjectives, moins mesurables sans outils. De fait, on peut percevoir des changements sans forcément les quantifier et

inversement, si l'acteur est capable de formuler des savoirs biomécaniques, il n'est peut être pas capables de les utiliser pour agir. Selon Gibson (1979) là est la différence entre les connaissances sur l'environnement et la connaissance de l'environnement (incorporée).

Objectifs et hypothèses

La finalisation des recherches par la conception de technologies ou de dispositifs ne souligne pas seulement le caractère « appliqué » de ces recherches. Elle introduit plus fondamentalement des critères de pertinence concernant les réductions et les délimitations devant être opérées pour définir les phénomènes de l'activité à analyser dans une perspective de conception (Saury, 2008). Il s'agit alors de définir les méthodes à utiliser, en fonction des besoins spécifiques de conception.

Notre étude poursuit deux objectifs : le premier est de constituer des savoirs et des connaissances sur l'activité de frappe en déterminant l'intérêt d'un tel type de recueil. Nous nous poserons la question du degré de complémentarité qui peut s'instaurer entre les différentes données. Le deuxième est de contribuer à la conception des piolets par l'étude complémentaire de l'activité spatiale-proprioceptive-conscientisable et temporelle-subjective-mesurable. Ces deux types de données étant des sources d'informations renseignant le processus d'appropriation que l'on a défini comme une dynamique (temporel), incorporée (proprioceptive), mellant transparence (échappant à la conscience) et opacité (traduite dans l'expérience).

Pour ces raisons, nous faisons l'hypothèse que a) la reconstruction du cours d'information est un apport supplémentaire au cours d'expérience et au cours de vie dans une démarche de conception et que b) le piolet agit comme un tout qui se rappelle à l'acteur par partie (la lame, la courbure du manche ou encore la gâchette) au cours de l'action.

En faisant l'hypothèse que la reconstruction du cours d'information est un mode d'analyse pertinent pour la conception, il convient, pour tenter de le démontrer, de mener une méthodologie d'entretien pour l'acquisition de données expérientielles avec une méthodologie de mesures de données non soumises à pré-réflexivité. Au travers du croisement de ces données, la question est de savoir ce qui, dans l'outil, est constituant de l'activité de frappe, tant du point de vue de la modification de la cinématique que de l'expérience de l'acteur.

Ceci passe par l'acquisition de données mécaniques et physiologiques réalisée en co-protocole (Robert, Rouard, & Seifert 2014). Ces données servent également à la réalisation

d'une étude sur les critères d'expertise de la frappe en situation fraîche et fatiguée dans le cadre d'un partenariat avec l'INSEP.

2. Méthodes

Cette étude s'apparente à une expérimentation écologique hors situation naturelle, c'est-à-dire non réalisée sur une cascade de glace mais sur un mur d'escalade en salle, avec un bloc de mousse visant à rendre le comportement de la glace dite « sorbet » (faisant office de prototype sensoriel) permettant de reproduire le comportement d'ancrage et de désancrage d'un piolet dans la glace pour un grimpeur en appui sur les pieds au-dessus du niveau du sol.

Participants

Dix hommes (âge = $34 \pm 8,5$ ans, poids = $70,91 \pm 5,7$ kg, taille = 178 ± 4 cm) experts (aspirant-guide ou guide de haute montagne UIAGM et/ou professeur à l'ENSA, et/ou membre de l'équipe Excellence de la FFCAM et/ou membre du Groupe Militaire de Haute Montagne) participaient à cette expérimentation. Ils pratiquaient tous l'escalade rocheuse (niveau à vue entre 7a et 8a) ainsi que de la cascade de glace (niveau à vue entre 5+ et 7). Ils avaient en moyenne 13,5 années de pratique avec 23,5 jours de pratique par an. Le fait d'analyser l'activité de grimpeurs experts dans un souci de modélisation donne aussi l'avantage d'une reproductibilité du protocole de frappe, trop intense pour un débutant. Les participants ont été informés du protocole et ont tous été volontaires pour prendre part à cette étude.

Phase de frappe

Nous avons demandé aux grimpeurs de réaliser une série de frappes. La procédure été réalisée avec les trois piolets déjà utilisés dans l'étude précédente.

Les participants effectuaient un test de frappe en procédant à 3 séries de 30 frappes de piolet. Chaque série était réalisée avec un piolet différent qui étaient a) le piolet de « goulotte » (légèrement courbé habituellement utilisé en alpinisme), b) le piolet de cascade (avec un manche plus courbé, un ergot, une gâchette) et c) le piolet de dry-tooling (avec un

manche très courbé, une gâchette désaxée par rapport au manche, voire une double gâchette) (figure 25).



Figure 25. *Trois types de piolet (de droite à gauche : goulotte, cascade, dry-tooling)*

La frappe se faisait sur un bloc de glace artificielle (polystyrène extrudé de 100 x 80 cm) accroché à un mur d'escalade (figure 26). Le grimpeur devait pointer avec son piolet l'endroit où il pensait frapper afin que l'on puisse évaluer la précision de sa frappe. Pour garder un contexte naturel, écologique, le grimpeur était en suspension (bras presque tendu) sur un piolet tenu par la main non préférentielle, chaussures aux pieds sur des prises, à 30 cm du sol, la frappe étant réalisée avec la main préférentielle.



Figure 26. *Position du grimpeur pour frapper sur le bloc de mousse*

Recueil de données

Nous présenterons dans cette partie le mode de recueil de données a) cinématiques, qui concernent le mouvement de la frappe, b) musculaires, qui concernent l'activité électromyographique des muscles et c) expérientielles, qui concernent l'activité significative du point de vue du grimpeur. Le recueil des données cinématiques et électromyographiques a été réalisé et supervisé par les membres de l'équipe de recherche impliquée dans le projet (Marimoutou, 2012 ; Montigny, 2012 ; Robert, Rouard, & Seifert, 2014). Notre contribution fut de l'ordre de la mise en place et de l'aide à l'organisation.

Recueil de données cinématiques

La frappe a été analysée au niveau cinématique. L'acquisition vidéo s'est faite avec le système VICON®. Huit caméras ont été placées autour de la zone de frappe pour enregistrer en temps réel la position des marqueurs présents sur le grimpeur et sur le piolet dans un espace à trois dimensions à une fréquence de 100 hertz, avec une précision théorique de 0,1 mm sur la position des marqueurs (figure 27).



Figure 27. *Disposition des caméras VICON®*

Chaque participant a été équipé de 15 marqueurs réfléchissants sphériques, placés principalement sur le membre supérieur préférentiel utilisé pour la frappe (figure 28) : l'acromion, la 7^{ème} vertèbre cervicale, la 4^{ème} vertèbre thoracique, la 9^{ème} vertèbre thoracique, marqueur technique dans la zone de la scapula, 2 marqueurs sur l'articulation du coude, 1 marqueur technique sur le bras, 2 marqueurs sur le poignet, 1 marqueur technique sur l'avant-

bras, 2 marqueurs sur la main, 1 marqueur sur le haut du sternum et 1 marqueur sur le bas du sternum.

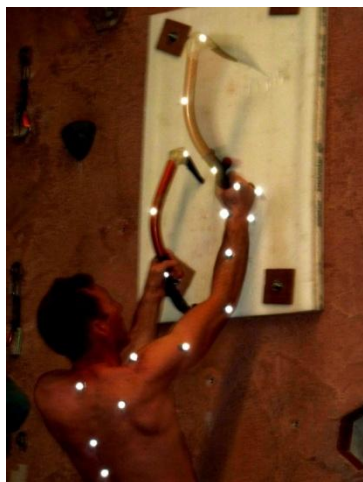


Figure 28. *Disposition des marqueurs sur les membres droits du grimpeur*

Quatre autres marqueurs réfléchissants, de type gommette ronde, ont été ajoutés sur le piolet avec un marqueur sur la tête droite (TetD), un marqueur sur la tête gauche (TetG), un marqueur sur le manche au centre de masse (Manc) et un autre sur la poignée (Poig) (figure 29).



Figure 29. *Disposition des marqueurs sur le piolet*

Recueil de données musculaires



Figure 30. *Mise en place des électrodes*

L'activité musculaire est enregistrée en continu avec un système EMG (Biometrics Datalog 1, 1000 Hz) sur les muscles flexordigitorumsuperficialis, extensordigitorum, flexorcarpiulnaris, extensorcarpiulnaris, biceps brachii, triceps brachii, deltoïdus et teres major (Hoozemans and van Dieën, 2005).

Les participants sont équipés d'électrodes de surface sur les muscles étudiés (figure 30). Elles sont placées sur le ventre de chaque muscle étudié dans le sens des fibres. La peau est préalablement rasée, poncée puis dégraissée à l'aide d'une solution alcoolique. Le protocole est entièrement filmé à l'aide d'une caméra numérique ayant une fréquence d'acquisition de 50 Hz. La vidéo a été synchronisée avec le début de l'EMG afin de dater les différentes phases de la frappe (début d'armé, début de frappe et impact du piolet).

Recueil de données expérientielles

Les données expérientielles sont la partie des données issues de l'activité soumise à conscience pré-réflexive, c'est-à-dire qui donne lieu à expérience. Avec le cours d'expérience, nous considérons l'homogène de la construction de cette expérience au travers de ces données. Avec le cours d'information, ces données expérientielles sont une part seulement de cette homogène qui est un homogène physio-psycho-culturel-énactif. Ainsi, deux types de données seront recueillies : a) des données d'enregistrement vidéo de l'activité de frappe issues d'une caméra numérique ayant une fréquence d'acquisition de 25 Hz, filmant en plan

rapproché le buste du grimpeur et les frappes qu'il réalise, et b) des données de verbalisation lors d'entretiens d'autoconfrontation menés à l'issue du protocole de frappe, filmés grâce à une caméra numérique couplée avec un enregistrement audio numérique. Pour rappel, l'entretien d'autoconfrontation consiste en une procédure au cours de laquelle l'acteur est confronté à l'enregistrement visuel de son activité et invité à expliciter, montrer et commenter les éléments significatifs pour lui de cette activité, en présence d'un interlocuteur (Theureau, 1992). Dans notre étude, chacun des grimpeurs visionne individuellement avec le chercheur le film vidéo du protocole de frappe qu'il vient de réaliser et est invité à décrire et commenter ses interactions avec les piolets (figure 31). Les trois types de piolets sont également disposés devant le grimpeur afin de faciliter l'évocation en permettant de toucher les outils. Le grimpeur peut à tout moment faire un arrêt sur image ou revenir en arrière sur un élément significatif de son activité.

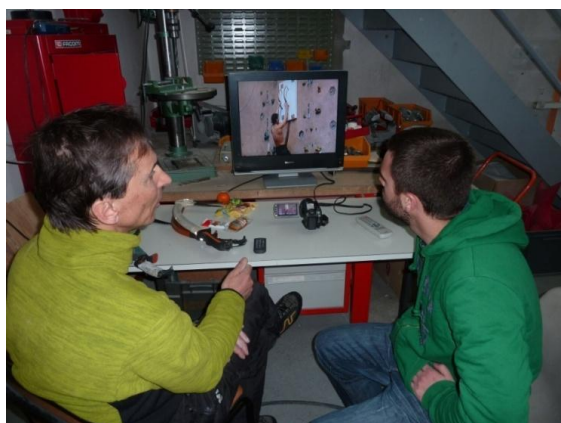


Figure 31. *Illustration d'une situation d'autoconfrontation*

Il s'agit, dans l'entretien d'autoconfrontation, de marquer un intérêt particulier (via les relances) pour des instants de l'activité, significatifs du point de vue de l'acteur, où sont commentés et racontés des moments de l'activité en accord avec les préoccupations du constructeur consulté auparavant. Nous avons alors fait le choix, pour chaque piolet, de nous focaliser sur :

- le mouvement : description des variances ou invariances ;
- la précision : description des facilités ou des difficultés à être précis ;
- la préhension : description des douleurs, des gênes, de la « tenue » ;
- la vitesse/accélération : description de la sensation de percussion et de vitesse ;
- le poids : description de la sensation de répartition des masses ;

- la douleur/fatigue : description des sensations musculaires et de leur intensité.

D'un point de vue méthodologique, l'entretien ne marque pas d'inflexion vers un entretien directif mais le choix est fait de focaliser les relances inhérentes à l'entretien d'autoconfrontation pour développer la pré-réflexivité de l'expérience sur des moments privilégiés.

Traitement des données

Nous présenterons dans cette partie le mode de traitement des données a) cinématiques et électromyographiques, qui concernent le mouvement de la frappe et l'activité électrique des muscles et b) expérientielles, qui concernent l'activité significative du point de vue du grimpeur.

Traitement des données cinématiques et électromyographiques

Ces deux types de données ont été traités par des membres de l'équipe de recherche (Marimoutou, 2012 ; Montigny, 2012 ; Robert, Rouard, & Seifert, 2014).

Données cinématiques

Pour les données cinématiques, les positions X, Y, Z des 19 marqueurs ont été relevées avec le logiciel VICON® NEXUS®, permettant d'identifier 5 segments : le thorax, le bras, l'avant-bras, la main et le piolet. Le mouvement de frappe de piolet est divisé en trois parties distinctes qui sont l'armé, la frappe et le désancrage. L'armé commence avec le recul du piolet jusqu'à son point maximal sur l'axe antéro-postérieur, la frappe va du recul maximal à l'impact de la lame sur la glace, le désancrage va du mouvement où le piolet est ancré au moment où il est retiré du mur. Concernant les déplacements articulaires, les deltas d'amplitude entre les articulations ont été calculés. Étant donné la fixité de l'épaule et du coude, seules les variations d'amplitude entre l'articulation du coude et du poignet et entre celle du poignet et de la main ont été calculées (Robert, Rouard, & Seifert, 2014).

Données EMG

Concernant les données EMG, elles sont traitées uniquement sur les données issues du piolet de cascade pour l'ensemble des grimpeurs à l'aide du logiciel ANALYSE®. Afin de pouvoir analyser quantitativement le signal, celui-ci est rectifié : le signal est mis au carré,

puis il est lissé et intégré pour obtenir les EMGi⁸. Les participants ayant des capacités musculaires et des caractéristiques anatomiques différentes, les signaux EMG ont été normalisés. La normalisation est faite à partir des contractions dynamiques. La relation entre les signaux EMG et les phases du mouvement a été possible car l'enregistrement des caméras VICON[®] a été couplé à l'enregistrement du signal EMG.

Traitement des données expérientielles

L'analyse des données d'expérience a été conduite en référence à notre programme de recherche (Theureau, 2004, 2006) en permettant notamment d'intégrer l'ensemble de l'activité des acteurs, de rendre compte de la temporalité et de prendre en considération le point de vue de l'acteur.

Extrait d'autoconfrontation (Grimpeur 7) / Piolet de dry-tooling

Grimpeur : Là on vient juste de le voir c'est... Euh bah et non je me sentais moins à l'aise avec celui-là.
 Chercheur : D'accord et comment est-ce que tu as fait pour contrôler ça ?
 G : Euh j'essayais de m'ajuster évidemment mais je le trouvais vraiment moins confortable.
 C : Quand tu dis que t'essayes de t'ajuster...
 G : Bah c'est difficile à dire, je pense que je plantais plus fort, c'est pour ça que j'ai continué à planter plus fort.
 C : D'accord.
 G : Pour être sûr.
 C : Tu mettais plus de vitesse ?
 G : Ouais... Même si j'avais de la difficulté à l'enlever, à chaque fois je me disais qu'il fallait que je le plante plus fort pour qu'il puisse planter justement et rester là. Alors que le dernier, qu'on parlait tantôt là, je donnais vraiment pas des gros coups je donnais juste des petits coups, il plantait, je me sentais à l'aise. Et puis ce que j'ai commencé à faire aussi (montre l'écran vidéo), et on commence à le voir tranquillement, c'est que je commençais à être fatigué un peu, à chaque fois que je plantais, je donnais un petit coup vers l'avant.
 C : Ouais là je vois.
 G : Et puis on voit pour le reste je le faisais presque à tous les coups.
 C : Donc ça, ça te permettait de ...
 G : Une phase de récupération mais en même temps de tester mon piolet. Donc m'assurer sur les poignées. Au lieu de...
 C : Ah parce que tu avais des doutes un peu sur l'ancrage ?
 G : Ouais carrément. Surtout avec celui-là.
 C : Raconte-moi ?
 G : Ça rentrait pas bien (rires), j'avais de la difficulté. Donc à chaque fois je plante, puis après ça, je m'approche.
 C : D'accord.
 G : Comme là.
 C : Ok.
 G : Mais à la fin j'étais beaucoup plus à l'aise avec les piolets, beaucoup plus... comment, comme je disais, est-ce que c'est vraiment parce que je me sentais, je me sentais mieux avec le piolet...
 C : Ouais.
 G : Parce que j'ai appris à travailler avec le piolet, ils sont tous différents mais... parce que, quand je pars de zéro... J'avais regardé juste avant, j'avais regardé Manu puis je trouvais qu'il y avait plus de difficulté avec le piolet Ergo. Je me suis dit : celui-ci il a l'air coton. Alors qu'avec les autres c'est différent ils semblent plus simples je ne sais pas comment expliquer

Tableau 18. *Exemple d'identification des deux types de registre*

Les entretiens ont été traités en deux étapes. La première étape consistait à retranscrire les entretiens. La seconde étape à un découpage des entretiens pour isoler les moments de description de la frappe (fond gris, tableau 18) d'une part, et les indices perceptifs liés à l'usage des piolets d'autre part (fond noir, tableau 18). Puis chaque registre de verbatim a été

⁸ Pour quantifier l'EMG, la méthode classique consiste à réaliser un EMGi (« i » pour intégré). Il s'agit d'établir le carré de la surface de la figure, obtenue en analyse du signal, par la méthode des transformations de Fourier à partir du signal brut.

traité différemment. D'une part le registre de l'expérience au cours de la frappe, c'est-à-dire le montrable, racontable, que nous nommons verbatims descriptifs et d'autre part le registre réflexif sur les piolets qui intègre des commentaires sur le piolet que nous nommons verbatims explicatifs.

Traitement des verbatims descriptifs

Pour les verbatims concernant la description de l'activité, il s'agit d'une identification des préoccupations-types des grimpeurs selon la méthode du cours d'action (Theureau, 2001). Nous avons donc fait le choix de rendre compte des engagements (E) des grimpeurs dans les différentes phases de frappe avec les trois piolets (en vert, rose et bleu) (tableau 19) en repérant directement dans les entretiens, l'engagement (E) (Theureau, 1992) qui exprime les préoccupations significatives du grimpeur à l'instant t . Ces préoccupations découlent de l'ensemble du cours d'action passé. L'engagement a été identifié par découpage de l'activité en unité significative puis par le questionnement suivant : quelles sont les préoccupations significatives du grimpeur en liaison avec l'élément pris en compte dans la situation ? Par exemple, un grimpeur peut être engagé dans une recherche d'optimisation de la force de frappe afin de réaliser les 30 frappes dans les conditions les moins fatigantes. Il s'agit des ouvertures/clôtures des possibles pour l'acteur. Par la suite, une analyse du cours d'expérience des grimpeurs nous a permis d'identifier les préoccupations typiques. Pour cela, nous avons analysé les préoccupations des grimpeurs afin de les regrouper dans une catégorie d'un niveau de généralité supérieur (typique) si elles relevaient d'un thème commun.

Traitement des verbatims explicatifs

Pour les commentaires sur le piolet, il s'agit d'isoler les indices permettant d'identifier les facilités ou les freins à l'utilisation du piolet exprimés par les grimpeurs. Nous avons suivi pour cela une démarche par saturation (Strauss & Corbin, 1990), visant à reconstruire les catégories émergentes des données non structurées. Autrement dit, il s'agit de construire, sur la base d'une analyse des données, des catégories qui constituent le sous-bassement d'un modèle. Ces catégories sont précisées, affinées, remaniées, discriminées par l'analyse de nouvelles données grâce à une démarche de comparaison constante (Sève, Poizat, Saury, & Durand, 2006). Lorsque l'analyse de nouvelles données ne produit plus de modifications des catégories déjà constituées, le critère de saturation est atteint et le modèle résultant de cette démarche comparative est considéré comme satisfaisant.

Ainsi, de façon pratique, cette démarche consistait, après le découpage des entretiens, au découpage des verbatims en unités de sens (Tesch, 1990). La notion d'unité de sens étant le « *fragment de texte, compréhensible en soi, et contenant une idée, épisode ou élément d'information* » (Tesch, 1990, p. 116). Il s'agissait de se livrer à un examen minutieux du texte afin d'identifier les idées ou éléments d'information isolables, puis d'étiqueter ceux-ci sous un libellé univoque, et compréhensible indépendamment de son contexte pour ensuite affiner les catégories en fonctions des analyses suivantes. Nous avons ainsi identifié trois catégories (en jaune, tableau 19). D'une part a) les indices relatifs à la précision, puis b) les indices relatifs à la préhension et enfin c) les indices relatifs aux perceptions.

Cette analyse sur deux modalités permet de saisir ce qui « fait sens » pour le grimpeur au cours des moments de frappe et de repérer les différences et les invariances entre les grimpeurs et entre les types de piolet.

Articulations des données

L'objectif initial de cette étude est de rendre compte de l'activité de frappe via la reconstruction partielle du cours d'in-formation. Nous présentons donc nos résultats en quatre temps. Il s'agit a) d'une identification des préoccupations-types grâce à la reconstruction des cours d'expérience, b) d'une reconstruction des dynamiques des préoccupations-types de chaque grimpeur pour chaque piolet, c) d'un regroupement des dynamiques des préoccupations-types et des variations d'amplitudes articulaires comme composantes du cours d'in-formation pour rendre compte de l'activité de frappe sur l'ensemble des grimpeurs et des piolets et d) d'une description de l'effet « piolet » dans l'activité de frappe au travers des indices sur les sensations, la perception et la préhension argumentés par des données cinématiques sur la rotation des articulations. Les résultats des données non pré-réflexives ayant été traités par une autre équipe de chercheurs, les parties y faisant référence donnent les principales conclusions.

Grimpeur 1 - Piolet de dry-tooling	
Verbatim d'autoconfrontation	Engagement (E)
Grimpeur : Sur ce piolet-là, pour désancrer, je ne savais pas trop quoi en faire.	Phase d'armé
Chercheur : Ouais. On voit là tu ...	Cherche à tendre le bras
G : C'est dur, je galère un peu sur les bras.	Phase de frappe
C : Bras gauche, bras droit ?	Cherche des indices sur la qualité de l'ancrage
G : Franchement j'étais tétanisé dès le début, je pense que c'est le fait que dès ce matin j'avais un peu de courbatures aux bras et dès que je les ai pris, aux premières frappes je commençais à ...	Cherche à ancrer la lame plus profondément
C : Avoir des difficultés ?	Phase de désancrage
G : Moi je ressentais des difficultés à ancrer mais quand je vois là sur vidéo c'est quand même bien rentré.	Cherche à tendre le bras
C : Mais quelle idée tu te fais du coup ? Tu pensais que ce n'était pas rentré comme ça ?	Chercher le meilleur positionnement de sa main pour désancrer
G : Non pas du tout, c'était plus, j'ai l'impression d'être si tu veux, vu que je pense, c'est d'être vachement loin ...	Indices
C : D'où tu voulais aller, enfin d'où tu voulais frapper ?	Précision
G : Non c'est quand j'étais ancré, j'étais tellement loin on va dire du piolet, de là où c'est ancré, j'ai l'impression que ce n'était pas bien ancré si tu veux.	Perception d'un piolet qui arrive loin de l'impact souhaité
C : Que ça allait pas tenir ?	Préhension
G : Ouais voilà.	Flexion importante du poignet
C : D'accord. Une impression de distance par rapport à l'endroit où la lame est plantée ?	Sensation de tétanie
G : Ouais voilà c'est ça. Je sais pas je n'avais pas trop confiance en... j'avais plus de mal sur celui-là du fait d'avoir le poignet un peu plus cassé.	Perception
C : C'est-à-dire ?	Perception d'une lame peu ancrée
G : Dans les bras, j'étais tétanisé.	
C : Plutôt musculaire du coup ?	
G : Ouais musculaire.	
C : Et au niveau d'où ? tu te souviens ?	
G : Plutôt des douleurs d'avant-bras musculaires.	
(Avance rapide sur la vidéo).	
G : Là déjà, là j'ai passé je vais remettre un peu en arrière.	
(Retour arrière).	
G : Je pense que ce qui me fatiguait le plus c'était le désancrage, enfin vraiment le, ouais c'est horrible.	
C : Alors là tu utilises le haut.	
G : Ouais le haut du piolet, je sais pas je me sentais mieux, déjà au niveau des sensations des doigts j'ai moins mal à tenir la haut.	
C : C'est-à-dire des douleurs ? Ça te faisait moins mal ?	
G : Bah en fait, tout là, à cet endroit-là et puis ouais, c'est plus simple à avoir le bras tendu en fait, du début à la fin.	

Tableau 19. Exemple d'identification des indices et des préoccupations en fonction des phases de la frappe

3. Résultats

Analyse locale des préoccupations au cours des frappes

Les préoccupations-types des grimpeurs

Nous avons repéré deux préoccupations-types lors de l'activité de frappe. Une préoccupation-type liée à l'économie d'énergie et une préoccupation liée à la précision (tableau 20). En phase d'ancrage et de désancrage, la première préoccupation-type des grimpeurs est la recherche de l'optimisation de l'énergie mobilisée pour effectuer la frappe (tableau 21) : « En fait ce que je cherche, je pense, dès le départ c'est comment je vais grimper à l'économie » (grimpeur 4, piolet de goulotte). Dans cet exemple (tableau 21), le grimpeur 4 cherche à « ne pas casser la matière et économiser l'énergie de manière à pouvoir grimper longtemps sans fatigue ».

Préoccupations liées à la préoccupation-type de précision	Préoccupations liées à la préoccupation-type d'économie
Cherche à frapper sans dévier	Cherche à frapper très bas
Cherche à frapper perpendiculairement à la glace	Cherche à ne pas trop armer
Cherche à se concentrer sur l'impact	Cherche à s'économiser
Cherche une position relâchée de la main sur le piolet	Cherche à ancrer la lame suffisamment
Cherche une légère amplitude de mouvement	Cherche à ne pas ancrer trop profondément
Cherche à augmenter la précision de la frappe	Cherche un désancrage économique
Cherche une amplitude de mouvement	Cherche l'efficacité de la frappe
Cherche à réussir une frappe précise	Cherche à limiter la profondeur de l'ancrage
Cherche à viser les trous	Cherche un ancrage qui tient
Cherche à limiter le rebond	Cherche à tendre le bras
Cherche à frapper droit	Cherche le contrôle latéral du piolet
Cherche à éviter les mouvements parasites	Cherche le bon angle de pénétration de la lame dans la glace
	Cherche un compromis entre ancrage suffisamment profond et désancrage facile
	Cherche le meilleur positionnement pour désancrer
	Cherche à désancrer facilement
	Cherche à ne pas frapper trop fort

Tableau 20. Répartition des préoccupations en préoccupations-types

Grimpeur 4 - Piolet de « goulotte »	
Verbatim d'autoconfrontation	Engagement (E)
Grimpeur : Bah là je prends contact avec la matière.	Phase d'armé
Chercheur : Ouais.	
G : Donc en fait les premières frappes permettent de me caler sur quelle force je vais devoir utiliser.	Cherche à ne pas trop armer
C : Ouais.	Phase de frappe
G : La manière dont je vais armer, est-ce que je vais plus ou moins armer, est-ce que je peux me permettre d'armer très peu.	
C : Ouais.	Phase de désancrage
G : En fait ce que je cherche, je pense, dès le départ c'est comment je vais grimper à l'économie.	
C : D'accord. Ouais, t'as un objectif d'économie ? C'est important pour toi ?	Cherche à s'économiser
G : C'est alors... Objectif d'économie et puis je pense que moi je suis très glaciériste je veux dire par là que je suis pas dry-tooleur. Donc moi j'ai vraiment une référence à la matière glace.	Cherche à ancrer la lame suffisamment
C : Ouais.	Cherche à ne pas ancrer trop profondément
G : Et donc deux objectifs, c'est économiser et pas casser.	Cherche un désancrage économique
C : D'accord.	
G : Ne pas casser la matière et économiser l'énergie de manière à pouvoir grimper longtemps sans fatigue, sans se mettre dans des, surtout pas me mettre en zone rouge.	
C : D'accord. Et donc du coup ces premières, ces premiers ancrages-là, ça te, tu ressens quoi là en frappant ?	
G : En fait je cherche aussi le compromis entre une frappe suffisante pour que la lame pénètre et tienne.	
C : Ouais.	
G : Puisque c'est le but du jeu. Et soit le plus facile possible à désancrer.	
C : D'accord.	
G : Ça c'est un autre, peut-être le troisième objectif qui va avec. C'est trouver l'équilibre entre la pénétration de la lame, l'ancrage qui tient et la facilité de désancrage.	

Tableau 21. Exemple d'identification d'engagements liés à l'économie d'énergie

La seconde préoccupation-type s'actualise au cours de la phase d'armé et de frappe. Elle est en étroite relation avec la première et concerne la recherche de la précision et de contrôle de la frappe (tableau 20). Il s'agissait pour le grimpeur de chercher à frapper le plus près possible de l'endroit souhaité. La frappe est perçue comme contrôlée au niveau du poignet et s'apparente à un mouvement de précision : « *Il y a une rotation je sais pas comment... C'est pas l'épaule qui va chercher loin derrière* » (grimpeur 7, piolet de dry-tooling). Cette précision n'est pas obtenue par un mouvement contrôlé mais bien de la façon dont le geste est initié et de la force mise en œuvre pour frapper. On remarque chez les grimpeurs un temps d'ajustement avant de réaliser des frappes précises : « *Donc en fait les premières frappes permettent de me caler sur quelle force je vais devoir utiliser* », « *Il faut quelques frappes pour savoir à quel piolet on a à faire et ajuster la force* » (grimpeur 4, piolet de goulotte).

Grimpeur 2 - Piolet de dry-tooling	
Verbatim d'autoconfrontation	Engagement (E)
Chercheur : Et tu ressens quoi avec ce piolet ?	Phase de frappe
Grimpeur : Là quand je prends le piolet, en fait j'ai beaucoup grimpé avec le Nomic et je suis revenu au Quark. Et quand je prends le Quark, je suis dans ma philosophie actuelle, c'est quand même le Quark qui euh, qui a la meilleure frappe en glace.	
C : C'est-à-dire.	
G : Je n'ai, j'ai pas de sensations de rebonds.	
C : Et avec ce piolet ?	
G : Pour moi, les piolets modernes tendance Dry en glace ils sont, c'est du sensitif.	Indices
C : Justement c'est intéressant ça.	
G : J'ai l'impression que la lame est trop plongeante dans mon mouvement , une fois parce qu'en fait les courbes sont à peu près les mêmes (mouvements de mains), mais en fonction de la poignée et tout, ça fait que la lame plonge trop et au lieu de venir frapper, en caricaturant, perpendiculairement à la glace (montre ses mains de façon perpendiculaire).	
C : Ouais.	
G : J'ai l'impression que ça cherche à frapper très en bas donc à un moment donné j'ai un effet de rebond, ça pénètre pas la glace ou ça casse la glace.	
C : Donc là quand tu frappes avec celui-ci t'as un... ?	Précision
G : La sensation que j'ai et ce que je ressens, c'est comme si ma lame ne venait pas frapper perpendiculairement la glace (nouveau geste perpendiculaire avec les mains) et qu'elle dévie. Moi mon objectif c'est : la lame doit pénétrer la glace sans dévier, sans casser.	
C : Alors à quoi tu fais attention ?	
G : Et bah je fais, comment dire, j'ai l'impression de par la courbure, le positionnement de la poignée, euh j'ai l'impression qu'il va davantage me faire tourner le poignet, je vais être moins précis au moment de l'impact , parce qu'en fait j'ai un point de concentration qui est au moment de l'impact.	
C : D'accord.	
G : Du piolet dans la glace, c'est-à-dire qu'au moment où la lame doit pénétrer, il faut être suffisamment ferme pour guider la lame jusqu'à ce qu'elle pénètre la glace.	Perception
C : Oui.	
G : Il faut être suffisamment souple pour ne pas rigidifier en fait le bas du piolet, le bas du poignet et la main de manière à absorber on va dire enfin, je ne sais pas comment dire, les parasites du mouvement.	

Tableau 22. Exemple d'identification d'engagements liés à la précision

Dynamiques des préoccupations-types des grimpeurs

L'identification des préoccupations-types via les cours d'expérience de chaque grimpeur nous a permis de réaliser une dynamique de l'actualisation des ouverts issue de E (E'(o)) pour la frappe type réalisée avec chacun des piolets par chacun des grimpeurs (figure 32). Cette dynamique est centrée sur le temps d'une frappe. Nous avons pris le soin de différencier pour chaque piolet, la phase d'armé, de frappe et de désancrage pour favoriser, par la suite, le repérage de ces phases dans les données EMG (figure 33).

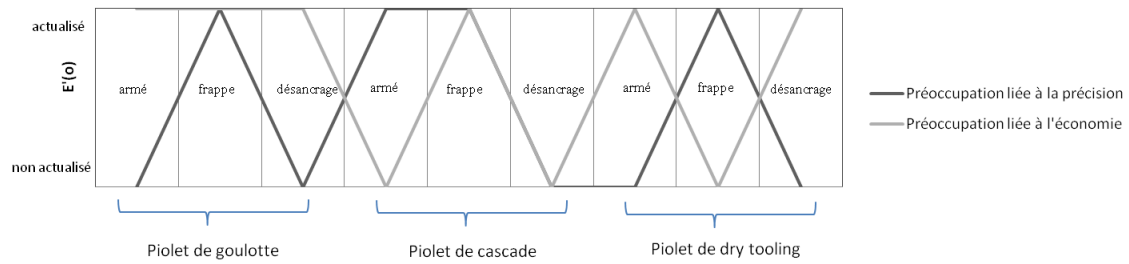
Chaque frappe avec un piolet constitue une dynamique propre. Chaque courbe indique un état d'ouverture ou de clôture. On observe alors sur cette figure une actualisation des deux préoccupations en fonction du temps de la frappe mais surtout en fonction du piolet utilisé. Ainsi, nous pouvons déterminer le type de préoccupation dominant chaque série de frappe :

- avec le piolet de goulotte, on note une tendance à un inversement des préoccupations au moment de la frappe. L'armé commence avec une ouverture de la préoccupation liée à la précision et une préoccupation liée à l'économie non actualisée. Au moment de la frappe, seule la préoccupation liée à l'économie est présente et ce jusqu'au moment du désancrage ;

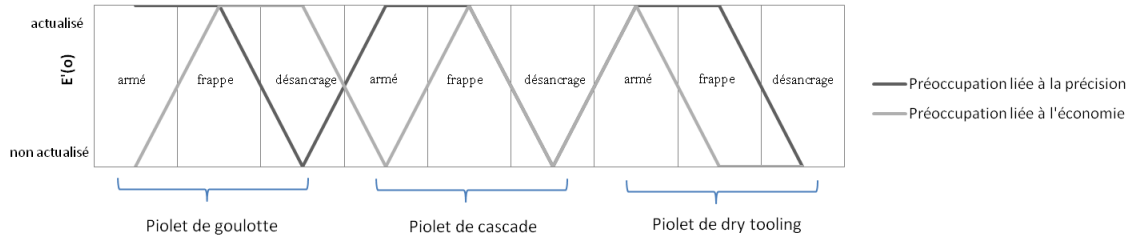
- avec le piolet de cascade l'inversement est plus tardif, ainsi, la préoccupation liée à la précision reste ouverte pendant le temps de la frappe ;

- avec le piolet de dry-tooling, on note une tendance à la prédominance de la préoccupation liée à la précision durant les deux premières phases de la frappe. La préoccupation liée à l'économie n'est jamais ouverte en situation de frappe.

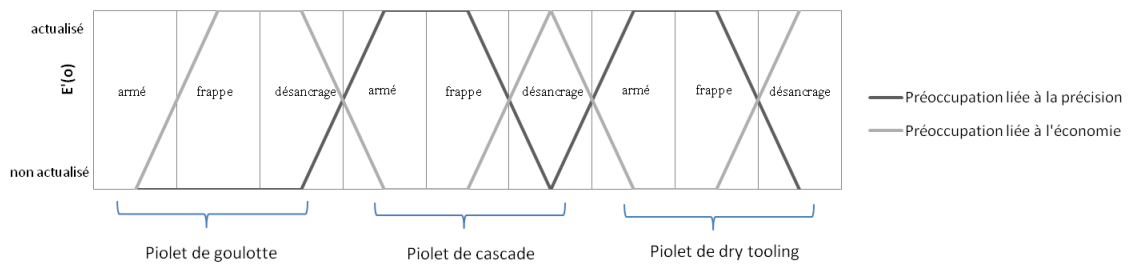
Grimpeur 1 / par piolet / ensemble des frappes



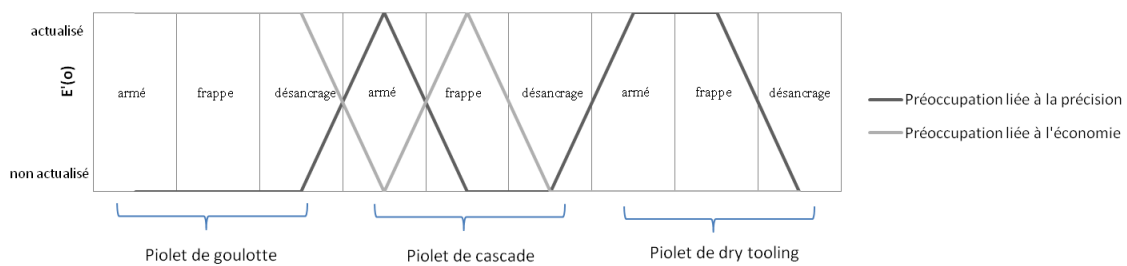
Grimpeur 2 / par piolet / ensemble des frappes



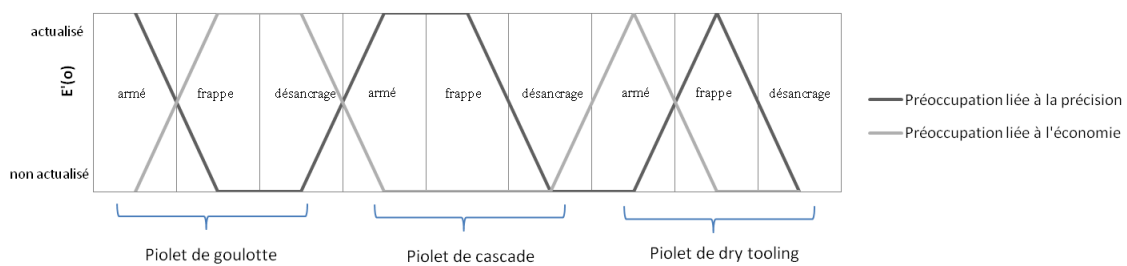
Grimpeur 3 / par piolet / ensemble des frappes



Grimpeur 4 / par piolet / ensemble des frappes



Grimpeur 5 / par piolet / ensemble des frappes



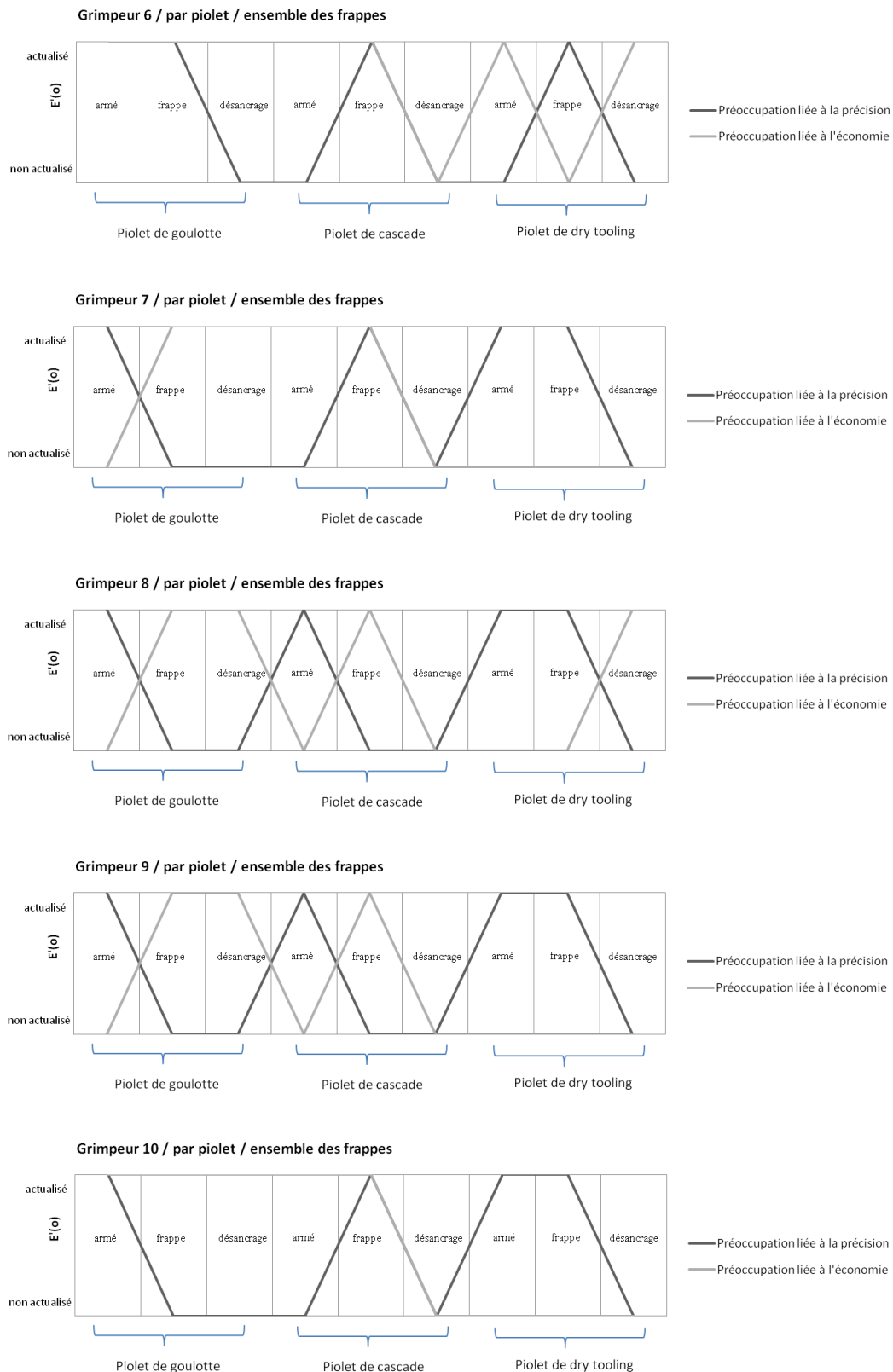


Figure 32. Dynamique des ouverts issue de E chez l'ensemble des grimpeurs pour l'ensemble des piolets

Les préoccupations-types comme composantes du cours d'in-formation

L'intégration des données biomécaniques du piolet de cascade et d'expérience a permis de reconstruire en partie le cours d'in-formation de chaque grimpeur sur le temps de la frappe, sur la base des préoccupations-types et des amplitudes-types articulaires (figure 33). Pour cela, nous avons procédé en trois étapes. La première étape a consisté à repérer l'activité développée par chaque grimpeur lors des 10 frappes avec chaque piolet. Pour cela, nous avons mis en correspondance trois types de données : a) les valeurs des amplitudes articulaires du coude et du poignet lors des 10 frappes, b) les préoccupations-types correspondant aux préoccupations les plus saillantes pour le grimpeur et qu'il avait exprimées pour caractériser ce qu'il cherchait à faire lors d'une frappe avec un piolet déterminé et c) les informations concernant la précision, la préhension ou les sensations lors de la frappe.

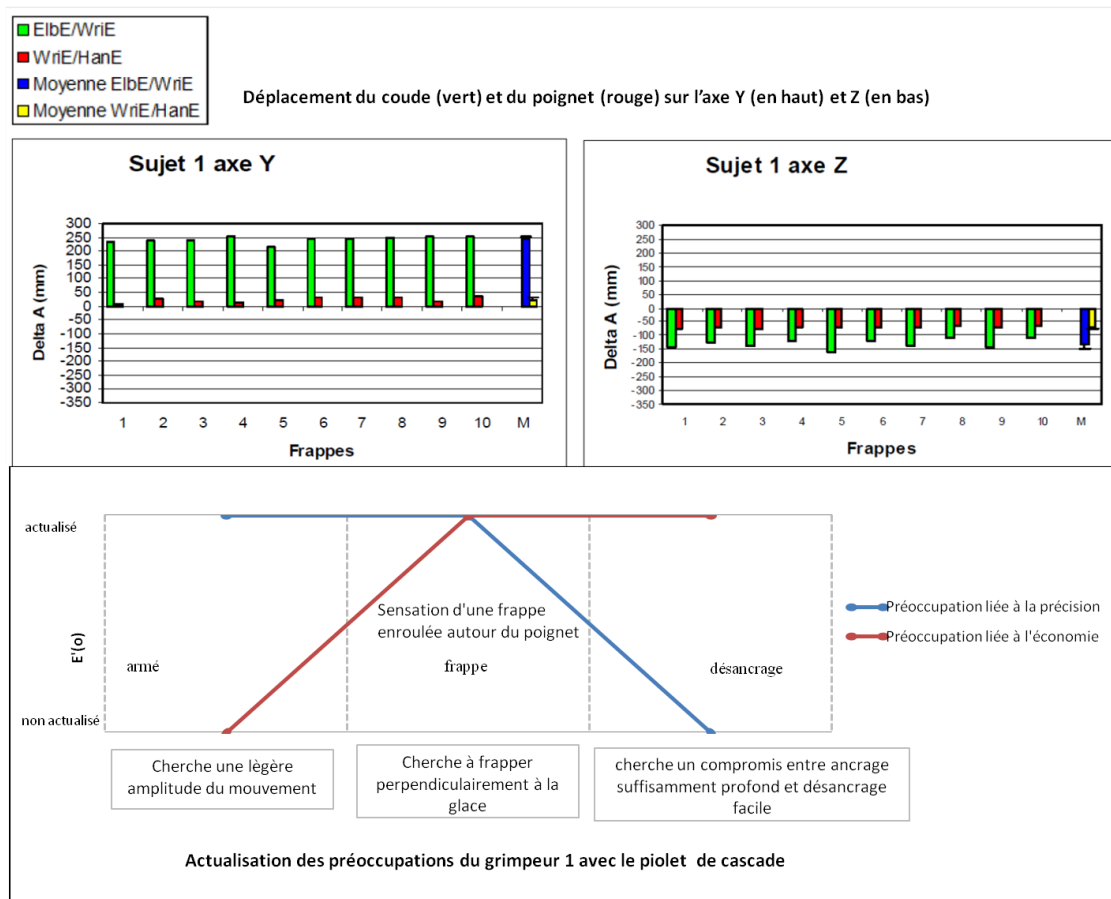


Figure 33. *Partie du cours d'information du grimpeur 1 avec le piolet de cascade*

La seconde étape a consisté à mettre en correspondance ces trois indicateurs (le delta d'amplitude schématisé par un graphique, les préoccupations-types par un graphique de la

dynamique d'ouverture/clôture, et les informations concernant la précision, la préhension ou les sensations par des extraits de verbatim) (figure 33). À titre d'exemple, la figure 33 montre un grimpeur avec une main au-dessus du poignet lors de la frappe (valeur positive de l'amplitude du coude). Le mouvement est initié par le coude avec une amplitude du poignet relativement marquée. On note que les préoccupations lors de la frappe passent de préoccupations liées à la précision à des préoccupations liées à l'économie. Le grimpeur ressent sa frappe comme étant enroulée autour du poignet.

À partir de ces cours d'information partiellement reconstruits (figure 33), nous avons souhaité identifier les traits typiques de l'activité de l'ensemble des dix grimpeurs. Pour cela, nous avons identifié les préoccupations-types les plus saillantes lors des moments de la frappe, le delta moyen d'amplitude des 10 sujets, puis relevé l'activité EMG typique de la frappe (sur la base de l'activité EMG du piolet de cascade) c'est-à-dire une moyenne des activités EMG de l'ensemble des grimpeurs avec ce piolet (figure 34).

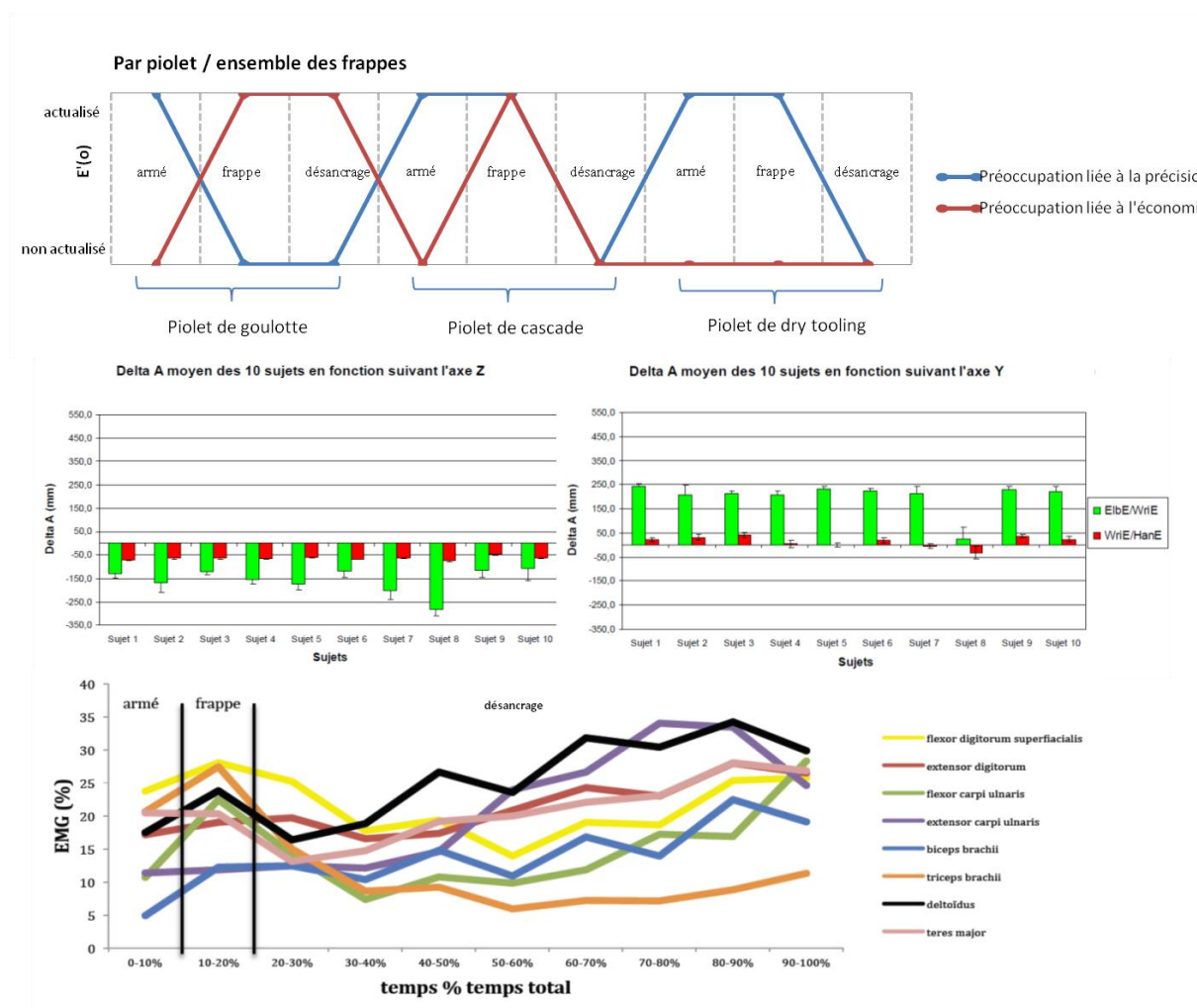


Figure 34. Traits typiques des grimpeurs au cours des frappes

Ainsi les données électromyographiques de l'activité EMG en % du maximum d'activation pour l'ensemble des muscles lors des trois phases du mouvement (armé, frappe, désancrage) montrent que la phase de désancrage entraîne une plus grande activation par rapport à la phase d'armé pour les muscles extensorcarpiulnaris, biceps brachii et deltoïdus. De plus la phase de désancrage entraîne une plus grande activation comparée à la phase de frappe pour les muscles extensorcarpiulnaris, biceps brachii et triceps brachii (figure 34). L'impact sur la fatigue d'une telle activation musculaire concorde avec la volonté des grimpeurs de s'économiser dans les moments de désancrage ou de rechercher un compromis force/accroche de la lame lors de la frappe. En ce sens, les experts expriment la même préoccupation que les novices de notre première étude. En revanche, les comportements mis en œuvre pour atteindre l'efficacité sont plus fins et concernent des indices liés à la précision. Il peut s'agir notamment d'une légère modification motrice pour que la lame pénètre plus facilement dans la mousse : « *Là je suis plus souple du poignet pour ce piolet (dry-tooling)* » (grimpeur 6). Il peut également être question d'une plus grande concentration : « *Visuellement et mentalement, je suis obligé de me concentrer et de réfléchir à ce que je fais pour réussir à ancrer la lame* », « *Là (piolet de dry-tooling) je dois regarder mon mouvement et le point d'impact pour bien contrôler alors qu'avec l'autre piolet (de cascade) je n'ai besoin que de regarder le point d'impact* » (grimpeur 4, piolet de dry-tooling).

La prédominance d'une certaine préoccupation sur une autre lors de la frappe en fonction des piolets modifie l'expérience des grimpeurs, c'est-à-dire les interactions asymétriques de l'acteur avec son environnement. Ainsi, les préoccupations liées à la précision sont exclusivement présentes en phase de frappe et d'armé, jamais en phase de désancrage. Ce trait typique permet de saisir à quel point la difficulté de désancrer le piolet implique une modification de la frappe. De fait, en phase d'armé, les grimpeurs se focalisent sur la précision puis les préoccupations semblent se déplacer vers la recherche d'une frappe suffisamment puissante pour tenir dans la glace, mais économique pour anticiper le désancrage. Les préoccupations liées à la précision durent ainsi jusqu'au moment de l'impact puis s'estompent. On peut mettre en relation ces données pré-réflexives avec l'analyse des couples articulaires. Le principal résultat est que l'ensemble des participants a un mouvement initié par le coude avec un positionnement de leur main au-dessus du poignet. Le mouvement de frappe se traduit par une position de l'avant-bras proche de la verticale avec une amplitude faible sur l'axe antéro-postérieur. Cette amplitude du coude et cet ajustement du poignet

semblent montrer que la frappe de piolet s'inscrit dans un mouvement de « *projection* » (Huffenus & Forestier, 2006) plutôt que dans un mouvement de précision ou de force. L'analyse complémentaire des angles et du couple de rotation lors de la frappe (figure 35) indique des plus grandes amplitudes angulaires du coude et du poignet (de 30° à 40°) que l'épaule (20°), suggérant que le mouvement de frappe de piolet s'apparente davantage à un mouvement de précision de l'avant-bras qu'à un mouvement de frappe ou percussion de type « marteau » partant de l'épaule, et tend véritablement vers un mouvement de projection. Ainsi, la perception de cette précision par les grimpeurs au niveau pré-réflexif peut trouver son explication dans la prédominance de la préoccupation-type liée à la précision lors du moment d'armé, qui disparaît au profit d'une préoccupation liée à l'économie, suggérant plus un mouvement efficient de dosage entre la précision et la force au moment de la réalisation de la frappe.

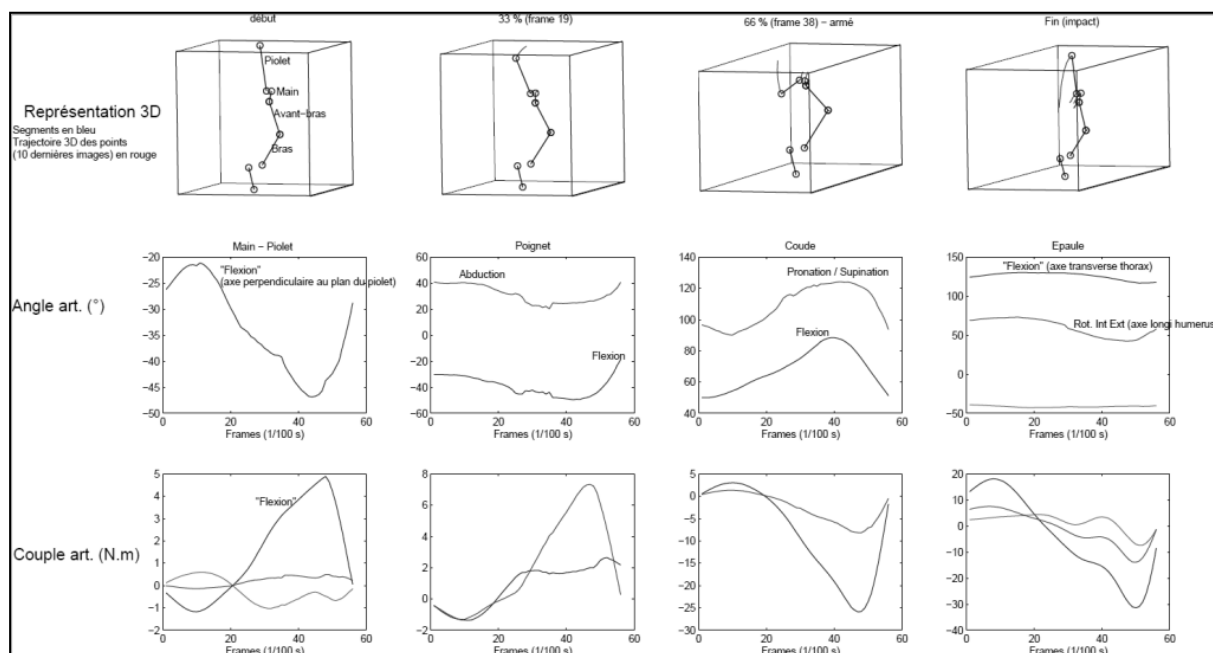


Figure 35. Angles et couples articulaires lors de la frappe (Robert, Rouard, & Seifert, 2014)

L'effet « piolet » dans la réalisation de la frappe

La comparaison des trois types de piolet (goulotte, cascade et dry-tooling) permet d'analyser la capacité des experts à s'adapter à différents piolets (poids, inertie, incurvation de la lame) tout en maintenant une frappe qui correspond aux exigences de précision et d'économie. La partie suivante s'attarde à définir le rôle du piolet dans la réalisation de la

frappe afin de déterminer dans quelle mesure la forme ou le poids du piolet influence sensiblement la frappe. Il s'agit d'en tirer des conclusions pour la conception.

L'effet piolet de goulotte

Les indices de perception, sensation et préhension indiquent que le piolet de goulotte induit une sensation de précision. La frappe était ressentie comme « droite » à l'image d'un marteau avec une maîtrise des mouvements latéraux du piolet : « *J'ai pas de sensations de rebonds* » (grimpeur 4). Pour le grimpeur 2 par exemple, cela était essentiellement dû à la forme du piolet (une lame perpendiculaire au manche) : « *Là tu vois la lame elle vient frapper perpendiculairement la glace* ». Pour le grimpeur 5 cela était dû à sa légèreté, à la répartition uniforme du poids et à la préhension du manche. Pour le grimpeur 8, la gâchette située sur la poignée favorisait la préhension et améliorait la trajectoire « avant-arrière » du piolet sans débordements latéraux. En revanche, la préhension était souvent exprimée comme inconfortable voire douloureuse pour le doigt posé sur la gâchette ou compressé sous la gâchette : « *J'avais mal à ce doigt-là* », « *J'étais un peu comme ça, et du coup je poussais énormément sur un seul doigt. Je finissais par avoir mal* » (grimpeur 6). Le mouvement de frappe était majoritairement perçu comme direct et percutant avec une lame qui entrait profondément pour une force appliquée relativement faible. Avec le piolet de goulotte, l'épaule était plus en rotation interne qu'avec le piolet de cascade au départ de la frappe. Au niveau des données cinématiques, la comparaison du piolet de goulotte (figure 36a) avec celui de cascade (figure 36b) indique une plus grande rotation interne de l'épaule de 10° avec le piolet de goulotte.

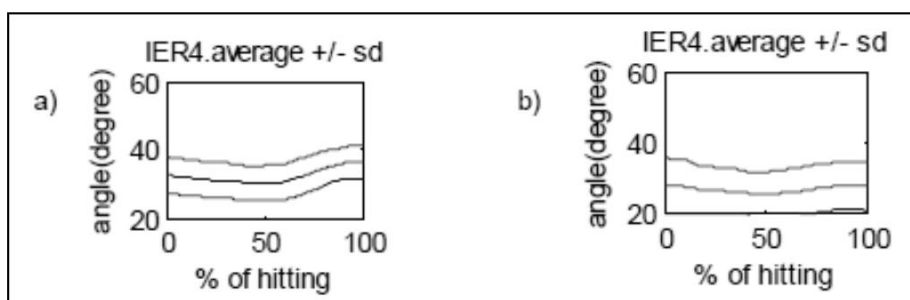


Figure 36. Rotation interne/externe de l'épaule pour une frappe avec le piolet de goulotte (a) et de cascade (b)

Ce piolet permettait une « grande tolérance au type de frappe » (grimpeur 4). L'enjeu était alors de maîtriser le rapport puissance/longueur de lame ancrée afin de favoriser un désancrage souvent énergivore si la lame entrait trop profondément : « *Trouver l'équilibre*

entre la pénétration de la lame, l'ancrage qui tient et la facilité de désancrage » (grimpeur 4). Le désancrage était alors réalisé en poussant vers le haut ou en agitant de droite à gauche tout en tirant vers soi à défaut de pouvoir utiliser l'angle de la lame comme effet levier.

L'effet piolet de dry-tooling

Concernant le piolet de dry-tooling, il semble que le besoin de contrôler l'équilibre de l'outil ainsi que sa trajectoire involontaire latérale n'induisait pas une sensation de précision : *« De par la courbure, le positionnement de la poignée, j'ai l'impression qu'il me fait davantage tourner le poignet, je vais être moins précis au moment de l'impact », « Il faut être suffisamment ferme pour guider la lame jusqu'à ce qu'elle pénètre la glace »* (grimpeur 2). Cela n'empêchait pas les grimpeurs de percevoir l'ancrage comme franc mais peu profond sous certaines conditions (glace artificielle déjà pratiquée par exemple). Notons que le mouvement de frappe était volontairement modifié par les grimpeurs pour s'adapter à la courbure du piolet et à l'angle fermé de la lame par rapport au manche : *« J'ai l'impression que la lame est trop plongeante dans mon mouvement »* (grimpeur 4). La comparaison au niveau cinématique du piolet de dry-tooling avec celui de cascade (figures 37, 38 et 39) indique des différences angulaires au niveau des trois articulations. Au niveau de l'épaule, on remarque une rotation interne plus importante de 5° au début du mouvement pour le piolet de dry-tooling (figure 37). Au niveau du coude, on remarque une rotation externe plus importante de 5° à 10° pour le piolet de dry-tooling (figure 38). Au niveau du poignet, on remarque une flexion plus importante de 5° à 10° pour le piolet de dry-tooling (figure 39). Il est intéressant de noter à ce sujet qu'une attention particulière était portée sur le mouvement avec ce piolet : *« Je suis obligé de me forcer à beaucoup plus le contrôler, c'est-à-dire que visuellement et mentalement, je suis obligé de me concentrer et de réfléchir à ce que je fais »* (grimpeur 4). Le mouvement était décrit comme enroulé autour du poignet, rotatif, délicat à ajuster, avec un *« mouvement d'épaule limité »* afin de favoriser l'ancrage du piolet non pas perpendiculairement à la glace mais légèrement de haut en bas : *« Je dois enrouler la frappe »* (grimpeur 1).

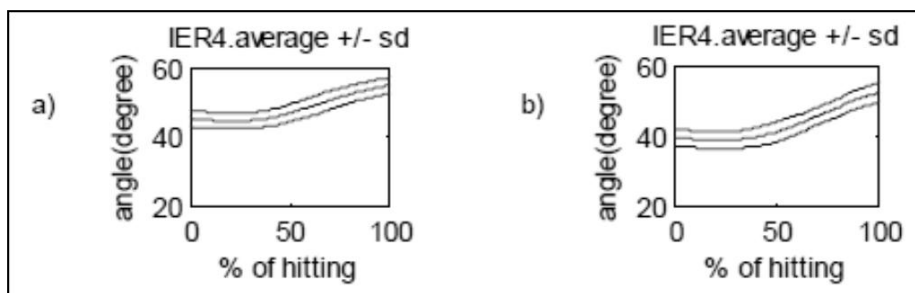


Figure 37. Rotation interne/externe de l'épaule pour une frappe avec le piolet de dry-tooling (a) et de cascade (b)

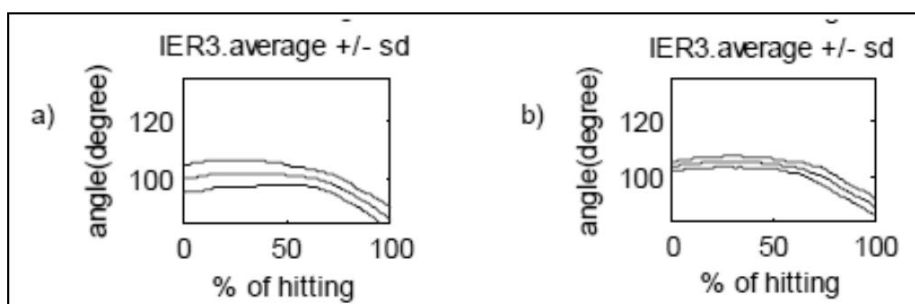


Figure 38. Rotation interne/externe du coude pour une frappe avec le piolet de goulotte (a) et de cascade (b)

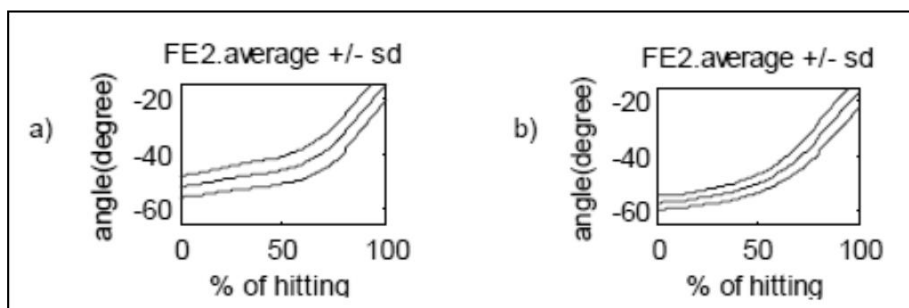


Figure 39. Flexion/extension du poignet pour une frappe avec le piolet de dry-tooling (a) et de cascade (b)

Pour certains, le piolet, était ressenti comme « efficace » (grimpeurs 3 et 7) dans la frappe grâce à la présence d'une sensation de rotation du piolet par une perception importante du poids vers la tête ou l'avant du piolet : « Le centre de gravité fait en sorte que ça tombe naturellement » (grimpeur 7), « T'as une inertie, t'as un poids en tête de piolet qui facilite » (grimpeur 5). Néanmoins son usage était perçu comme peu « économique » (grimpeur 1) avec des douleurs récurrentes lors d'un usage prolongé : « J'avais une douleur au niveau de la

main, la peau », « *Des brûlures un peu, des cloques tu vois* » (grimpeur 1). Pour le grimpeur 4, le bruit produit lors de la frappe ne traduisait pas un ancrage de qualité. Ce grimpeur percevait un ancrage parfois insuffisant pour se suspendre malgré une frappe forte. Concernant les douleurs, elles apparaissent notamment par un contrôle difficile de la préhension du manche lors des frappes. Ce contrôle difficile de la trajectoire latérale permettait parfois au piolet de « *dévier* » (grimpeur 4) ou « *glisser* » (grimpeur 5) vers un trou déjà formé lors d'une frappe précédente. Concernant le désancrage, des difficultés apparaissaient avec un sentiment de lame qui se coinçait ou d'un levier important qui venait bloquer la lame.

L'effet piolet de cascade

Le piolet de cascade faisait naître une impression de frappe efficiente : « *Du coup j'ai frappé moins fort, parce que du coup j'avais pas besoin de frapper plus fort pour que ça tienne* » (grimpeur 10), « *Alors là, précisément là, c'était vraiment flagrant, c'était que ça ancrerait mieux, c'est la sensation que ça m'a fait, je m'en souviens* » (grimpeur 1). Les grimpeurs exprimaient une sensation de lame qui entraînait profondément pour une force appliquée faible en comparaison au piolet de dry-tooling : « *T'as moins besoin de fouetter en fait, ça rentre peut-être plus rapidement. Avec un peu moins d'effort* », « *Un mouvement un peu économique* » (grimpeur 2). Un ajustement de la puissance et de l'amplitude était alors réalisé pour s'adapter à la qualité de perforation de ce piolet : « *Je tapais doucement en fait* » (grimpeur 6), « *Je fais un petit mouvement, moins d'amplitude* » (grimpeur 8). Un bruit sec lors de la frappe venait augmenter cette perception. La sensation d'une plus grande précision que les autres piolets était relativement marquée : « *Je ressens c'est qu'il est plus précis qu'un piolet de dry-tooling* », « *J'ai plus de facilité, j'ai l'impression que j'ai plus de facilité à être précis* » (grimpeur 3). Ainsi, les grimpeurs s'exprimaient sur le sentiment d'une trajectoire de frappe plus courte avec moins de possibilité de déviation, une frappe plus douce avec moins de force ou de vitesse, une préhension plus agréable avec un manche qui se dérobait moins, une sensation de devoir moins serrer le manche que sur d'autres piolets. Tout se passait comme si ces critères favorisaient la précision. Le mouvement était perçu comme plus haut « *bras plus tendu* » (grimpeur 2) avec un mouvement plutôt centré sur l'avant du bras que sur l'épaule : « *J'accompagne avec les bras [...] je finis avec le poignet* » (grimpeur 2). La figure 37 illustre cette perception et montre une rotation moins importante de l'épaule avec ce piolet.

Ce type de mouvement favorisait le sentiment d'une frappe économique. Les grimpeurs 2 et 10 notaient cependant un déséquilibre latéral lors de la frappe semblable à celui ressenti avec le piolet de dry-tooling. Cependant, l'impression de tenir plus facilement la poignée, « *plus petite* » (grimpeur 10), atténuait cette sensation, de même que celle de ne devoir serrer la poignée que légèrement pour contrôler la trajectoire grâce à un ancrage ressenti comme plus facile et plus souple. Le désancrage était facilité par l'inclinaison de la lame qui permet de ressortir le piolet en poussant sur le manche : « *Sinon on voit je pousse, je prends par en dessous* » (grimpeur 3).

À noter que durant les frappes avec les piolets de dry-tooling et de cascade, une certaine fatigue pouvait apparaître et se traduisait par une sensation de tenir le manche avec moins de force : « *J'ai l'impression que ça glisse tout seul* » (piolet de cascade, grimpeur 10), « *Je suis très raide et puis je tiens pas beaucoup, les poignets la souplesse, musculairement tout ça c'est un facteur limitant* » (piolet de dry-tooling, grimpeur 1). L'ancrage était ressenti par les grimpeurs comme étant beaucoup plus soumis aux trous déjà présents dans la mousse : « *La lame dévie vers les trous* » (grimpeur 6). Avec le piolet de dry-tooling, le manque de contrôle latéral lors de l'impact conditionnait cette sensation. Une modification de la frappe était parfois ressentie : « *Une frappe plus enroulée, plus relâchée* » (grimpeur 9), « *Je n'arrivais pas à trouver la rotation, le fouetté* » (grimpeur 7). Il apparaissait aussi que la précision semblait être altérée par la fatigue. Les grimpeurs sentaient davantage de douleur dans le bras statique qui ne réalisait pas les frappes : « *J'ai trouvé que maintenir comme ça, au bout d'un moment j'étais fatigué* », « *Je pense que le problème c'était plus au niveau du biceps* » (grimpeur 9). Ainsi, les grimpeurs ressentent davantage de précision avec le piolet de cascade et de goulotte, peu d'économie avec le piolet de dry-tooling qui demande un mouvement d'« enroulé », et une certaine efficience avec le piolet de cascade car la lame rentre facilement. La phase de désancrage est importante dans la réalisation d'une frappe et participe à la recherche de l'efficience. Un piolet qui ne facilite pas le désancrage impose un ajustement de la frappe : « *Il faut trouver l'équilibre entre la pénétration de la lame, l'ancrage qui tient et la facilité de désancrage qui est gourmande en énergie* ». Les données cinématiques montrent que frapper avec différents piolets modifie légèrement le mouvement mais pas son amplitude (figures 36, 37, 38 et 39).

Enfin, une partie des entretiens fait ressortir des indices quant à la comparaison entre les expériences en situation naturelle et l'expérience sur la glace artificielle. Les grimpeurs

comparaient le support en glace artificielle à une « glace molle » ou « tendre » de type « sorbet » : « *Ça ressemble, c'est quand même vraiment mou, c'est de la méga bonne glace sorbet. Mais bien, bien, assez ressemblant quand même* » (grimpeur 2), « *Assez ressemblant je trouve. Le premier ressenti lors des premières frappes est agréable* » (grimpeur 9). Cependant, la sensation d'une mousse se refermant sur la lame accentuait l'idée d'un désancrage difficile. En revanche pour le grimpeur 10, le fait d'avoir une « *glace molle* » et « *non cassante* » permettait « *plus de tolérance* » dans la frappe. Dans ce comparatif entre situation réelle et expérimentale, on note que les grimpeurs étaient perturbés par leur position statique qui impliquait une grande fatigue du bras gauche pour ces frappeurs droitiers mais également une contrainte dans le désancrage. En effet, celui-ci devait être réalisé dans une position où le corps était sous le piolet, à l'inverse, parfois, des situations en cascade de glace.

4. Discussion

Au regard des résultats, l'implication pratique est qu'il semble bien exister un effet du type de piolet, de par le galbe du manche, l'orientation de la lame, la répartition du poids autour du centre de masse du piolet, qui impacte sur la façon de frapper et sur la répartition des préoccupations-types. Il existe ainsi un impact de ces caractéristiques sur l'ouverture/clôture de l'engagement qui conditionne le geste de la frappe. Ceci nous a amené à récapituler la description de la frappe dans un tableau (tableau 21).







		 Activité de frappe avec le piolet de goulotte	 Activité de frappe avec le piolet de cascade	 Activité de frappe avec le piolet de dry-tooling
Indices de perception et de description de la frappe	Description du mouvement de frappe	<ul style="list-style-type: none"> - « droit » - parfois ressenti comme étant de type marteau - rotation interne de l'épaule (données cinématiques) - sensation d'un alignement poignet bras épaule 	<ul style="list-style-type: none"> - sensation d'une frappe enroulée autour du poignet - fixité de l'épaule et du coude (données cinématiques) 	<ul style="list-style-type: none"> - sensation d'une frappe enroulée qui part du haut vers le bas - légère rotation interne de l'épaule et flexion importante du poignet (données cinématiques)
	Indice de précision de la frappe	<ul style="list-style-type: none"> - ressenti très positif - amélioration rapide 	<ul style="list-style-type: none"> - ressenti positif 	<ul style="list-style-type: none"> - ressenti négatif - demande une certaine concentration et maîtrise technique
	Indice de préhension du piolet	<ul style="list-style-type: none"> - douleurs dans les doigts - gâchette gênante - bras aligné avec le manche 	<ul style="list-style-type: none"> - sensation d'une main relâchée 	<ul style="list-style-type: none"> - manque de contrôle du manche dans la main - crispations
	Indice de perception de vitesse de la frappe ou d'accélération et de pénétration de la lame	<ul style="list-style-type: none"> - sensation d'une frappe rapide avec une vitesse constante et une très bonne pénétration 	<ul style="list-style-type: none"> - sensation d'une frappe rapide avec une vitesse constante et une lame qui rentre facilement 	<ul style="list-style-type: none"> - sensation d'une accélération en fin de frappe due à la répartition des masses
Déroulement de l'activité de frappe	Indice de répartition des masses du piolet	<ul style="list-style-type: none"> - sensation d'une répartition homogène 	<ul style="list-style-type: none"> - sensation d'une répartition vers la tête du piolet 	<ul style="list-style-type: none"> - sensation d'une répartition prononcée vers la tête du piolet
	 Préoccupations lors de l'activité « phase d'armé »	<ul style="list-style-type: none"> - cherche une position relâchée de la main sur le piolet - cherche à réussir une frappe précise - cherche à viser les trous 	<ul style="list-style-type: none"> - cherche une légère amplitude de mouvement - cherche à se concentrer sur l'impact - cherche à réussir une frappe précise 	<ul style="list-style-type: none"> - cherche une amplitude de mouvement - cherche à tendre le bras - cherche à se concentrer sur l'impact - cherche à réussir une frappe précise - cherche à ne pas trop armer
	 Préoccupations lors de l'activité de frappe	<ul style="list-style-type: none"> - cherche l'efficacité de la frappe - cherche à ne pas frapper trop fort - cherche un ancrage qui tient - cherche à ne pas ancrer trop profondément - cherche à s'économiser - cherche à ancrer la lame suffisamment 	<ul style="list-style-type: none"> - cherche l'efficacité de la frappe - cherche à augmenter la précision de la frappe - cherche à frapper perpendiculairement à la glace - cherche à éviter les mouvements parasites - cherche un ancrage qui tient - cherche à ancrer la lame suffisamment - cherche à frapper très bas 	<ul style="list-style-type: none"> - cherche à réussir une frappe précise - cherche le contrôle du piolet/limiter le rebond - cherche le bon angle de pénétration de la lame dans la glace - cherche à frapper sans dévier - cherche à frapper droit - cherche à éviter les mouvements parasites - cherche à ancrer la lame suffisamment - cherche à frapper très bas
	 Préoccupations lors de l'activité de désancrage	<ul style="list-style-type: none"> - cherche à limiter la profondeur de l'ancrage afin de désancrer facilement - cherche à désancrer facilement - cherche un désancrage économique 	<ul style="list-style-type: none"> - cherche un compromis entre ancrage suffisamment profond et désancrage facile - cherche à désancrer facilement 	<ul style="list-style-type: none"> - cherche un compromis entre ancrage suffisamment profond et désancrage facile - cherche le meilleur positionnement pour désancrer

Tableau 23 : *Récapitulatif des mouvements, perceptions et préoccupations*

Transformation des préoccupations

Cette description met en évidence les transformations des préoccupations en fonction des piolets et des perceptions en rapport avec les trois phases de l'activité de frappe. Elle rend compte de l'impact d'éléments liés aux caractéristiques des piolets dans la structuration de l'activité individuelle. On remarque que l'activité est structurée autour de préoccupations centrales liées à l'activité générique de la frappe (s'économiser et être précis, contrôler la frappe) mais qu'elle s'articule avec d'autres critères dépendant de l'outil.

Transformation de la cinématique

Cette modélisation de l'activité permet ainsi de rendre compte de l'ensemble des facteurs définissant l'activité du sujet. Il s'agit notamment des variations angulaires des articulations (figures 36, 37, 38 et 39) qui s'expriment parfois par un sentiment d'ajustement dans la façon de frapper des grimpeurs pour compenser une forme de lame particulière qui ne pénètre la glace que dans certaines conditions. On mesure alors que le modèle de piolet agit sur l'ouverture angulaire pour, dans certain cas, s'actualiser au travers d'une préoccupation particulière (figure 35) dans les différents moments de la frappe.

Complémentarité des données

Il est également important de noter une complémentarité des données expérientielles et mécaniques sur les articulations mobilisées lors de la frappe. À titre d'exemple, plus le piolet est courbé, plus la sensation d'une frappe « enroulée » autour du poignet est perçue et les données cinématiques montrent un mouvement principalement dû à l'activité du poignet avec ce genre de piolet (figure 39). Un lien possible est à faire entre le sentiment de fatigue au désancrage et l'activité électromyographique (figure 34) plus intense durant cette phase. En revanche, les indices de perception de la précision sont plutôt dus au sentiment de l'efficacité générale de la frappe et sont parfois en opposition avec les mesures physiques. Ainsi, le piolet de goulotte avec une plus grande rotation interne de l'épaule (figure 37), pouvant faire penser à une frappe de type marteau, s'apparente moins à une frappe de précision que les frappes réalisées avec les autres piolets (rotation plus importante du poignet) (figure 38) alors même que les frappes réalisées avec ce piolet sont perçues comme plus précises. L'effet de frappes profondes et sécuritaires semble impacter cette perception de même que la facilité de contrôle de la trajectoire sur les derniers instants de la frappe. En revanche, les frappes profondes ont une conséquence sur la phase de désancrage, perçue comme plus difficile, surtout avec les piolets ayant une forte pénétration de la lame dans la glace. On note par exemple l'apparition

de douleurs au cours de l'utilisation. Etant donné que la co-contraction des muscles flexordigitorsuperficialis et extensordigitorum est présente durant toute la phase de la frappe (entre 15 et 30 % EMG) (figure 34) et permet de maintenir la force de préhension sur le piolet, les douleurs aux doigts accentuent les difficultés de préhension et c'est dans ces situations que le piolet se rappelle à l'acteur par partie, notamment au niveau de la gâchette du piolet de goulotte.

En résumé, l'expérience de la frappe est perçue comme un mouvement de précision et de force où la sensation d'être bien ancré en pouvant désancrer facilement se construit au fil des frappes. Du point de vue mécanique, la frappe de piolet est un mouvement bien plus complexe que le martelage et le lancer de projectile car il combine force, précision et lancé. De fait, le dialogue entre les données cinématiques et expérientielles optimise la perception de l'activité de frappe dans son ensemble et permet de reconstruire plus fidèlement le cours de l'activité pour se rendre compte que le mouvement de frappe des grimpeurs n'est pas entièrement prédéterminé par des éléments mécaniques ou physiologiques mais qu'il s'appuie sur des ajustements permanents et fins liés aux perceptions de précision, aux sensations de préhension, de vitesse ou encore de pénétration de la lame comme quand la sensation pré-réflexive de précision trouve écho dans l'observation d'une plus grande flexibilité de l'épaule et du poignet, induisant un accompagnement de la lame et une sensation de contrôle et de vitesse de la frappe.

5. Conclusion

Perspective de la reconstruction du cours d'in-formation

L'essai d'une reconstruction du cours d'in-formation des grimpeurs en situation de frappe sur la base des préoccupations, nous a permis d'identifier les traits typiques de l'activité de la frappe pour chaque piolet (tableau 21).

Nos résultats montrent que l'utilisation de différents piolets (goulotte, cascade et dry-tooling) semble affecter les angles articulaires à divers niveaux. Lorsque les grimpeurs évoquent leur ressenti, la sensation de précision semble plus marquée avec le piolet de goulotte que celui de cascade. La frappe est ressentie comme « droite », c'est-à-dire avec une maîtrise des mouvements latéraux du piolet, ce qui serait essentiellement dû à la forme du

piolet (une lame plus perpendiculaire au manche), à sa légèreté ou à sa répartition uniforme du poids et à la préhension du manche.

Concernant le piolet de dry-tooling, il semblerait que le besoin de contrôler l'équilibre de l'outil ainsi que sa trajectoire latérale involontaire n'induit pas une sensation de précision. Par contre la tête du piolet semble plus lourde et le galbe du manche amène un mouvement d'« enroulé ». Néanmoins son usage est perçu comme peu « économique » avec des douleurs récurrentes lors d'un usage prolongé. Le bruit produit lors de la frappe ne traduit pas un ancrage de qualité. Ceci pourrait provenir d'une lame trop parallèle à la surface de frappe lorsque l'enroulé n'est pas réalisé par le poignet, si bien que les grimpeurs perçoivent un ancrage parfois insuffisant pour se suspendre malgré une frappe forte.

Enfin, le piolet de cascade fait naître une impression de frappe efficiente avec une lame qui entre profondément sans effort. De fait, il semble bien exister un effet du type de piolet, de par le galbe du manche, l'orientation de la lame, la répartition du poids autour du centre de masse du piolet, qui impacte sur la façon de frapper et sur l'efficacité ressentie de la frappe (force, vitesse, précision, ancrage).

C'est en s'appuyant sur la connaissance de l'activité comme donnant lieu à conscience pré-réflexive (qui d'après la seconde hypothèse de substance du programme de recherche, respecte le caractère asymétrique des interactions entre l'acteur et son environnement) que l'on a pu sélectionner, moyennant de nouvelles hypothèses de connaissance, des données supplémentaires d'observation et d'enregistrement du comportement pour connaître l'activité de façon plus profonde. Cette activité plus fine se compose d'interactions asymétriques entre l'acteur et son environnement ne donnant pas lieu à une conscience pré-réflexive.

De fait, la perspective d'une description du cours d'in-formation considère l'activité en tant que telle et pas seulement quand elle donne lieu à expérience pour l'acteur. Il existerait alors des interactions asymétriques ou encore des informations, qui n'entrent pas dans la conscience pré-réflexive (Theureau, 2006). La démarche de cette étude tend à rendre compte de ce type d'interactions en couplant dans le même temps les observations issues du cours d'expérience lors d'une frappe et les données issues d'une modélisation de la frappe en fonction du piolet. Lier les connaissances sur l'activité située avec les observations de la situation de frappe permet, au travers de la mobilisation du cours d'in-formation comme objet théorique, de comprendre le rôle du type de piolet et l'activité principale d'ancrage et de désancrage, et de façon pertinente, de reconsidérer plus finement les préoccupations de

l'activité située d'escalade sur glace, en cela que l'accès aux données non expérientielles restreintes lors de la frappe aide à la compréhension de l'expérience vécue en situation d'ascension en validant ou en interrogeant les modèles qui peuvent être construits.

L'enrichissement mutuel des données

Les résultats de notre étude ont révélé que les données issues de mesures biomécaniques sont limitées pour mettre à jour la complexité des processus sous-jacents à la production d'une frappe en fonction des piolets utilisés. Leur articulation avec des données relatives à l'activité telle qu'elle est vécue par l'acteur, est une opportunité non seulement pour compléter mais aussi pour enrichir les données biomécaniques. Par le choix d'une approche conjointe du cours d'action et biomécanique, notre étude a permis de révéler des discordances entre les deux types de données. De ce fait, elle apporte un enseignement crucial sur l'activité, complémentaire à l'étude de Saury, Nordez et Sève (2010) : ce qui est ressenti par les grimpeurs ne correspond pas toujours aux données biomécaniques mesurées. Ce décalage peut alors devenir une ressource supplémentaire dans l'interprétation des données. Cela peut conduire à modifier le processus de conception de l'objet technique en sensibilisant le concepteur qu'une source possible d'erreur existe dans l'interprétation des résultats recueillis au cours d'un test de frappe par exemple. Ce point, déjà mis à jour par Gal-Petitfaux, Adé, Poizat et Seifert (2013), renforce l'importance de la réflexion sur le « *sens de la mesure* » (Volkoff, 2005). En tout état de cause, cette étude invite à poursuivre l'analyse conjointe de données biomécaniques et d'expérience pour mieux appréhender la complexité des activités humaines en préfigurant un programme de recherche en ergonomie du sport.

En effet, du point de vue de sa fécondité empirique, l'articulation d'analyse des cours d'expérience des grimpeurs et de mesures biomécaniques, a mis en évidence des caractéristiques de la frappe en fonction du piolet utilisé, compatibles avec leurs perceptions (e.g., concernant les préoccupations) mais également insoupçonnées (e.g., portant sur les ouvertures angulaires), ouvrant sur une meilleure compréhension de l'activité de frappe. De plus, le renseignement de ces données documente, pour partie, le processus d'appropriation et sa transparence en pointant le fait que le type de piolet met en jeu de façon déterminante des automatismes et des ajustements subtils non significatifs pour les grimpeurs. Ces ajustements biomécaniques peuvent ainsi traduire un processus d'appropriation qui, une fois réalisé, permet au piolet d'échapper à la conscience pré-réflexive de l'acteur.

Troisième partie :

Essai d'une contribution à la conception

I. Discussion générale et apports à la conception

L'enjeu de cette thèse était, au travers d'une définition de la technique comme anthropologiquement constitutive et constituante, de contribuer au développement d'un programme technologique en ergonomie du sport. Notre travail a consisté à déterminer les critères pertinents pour concevoir des situations d'aide pour ensuite proposer de concrétiser la proposition de l'objet « appropriation » comme objet de conception.

Pour cela, nous avons adopté une approche multi-niveaux pour tenter de modéliser l'activité et proposer des pistes pour la conception. Dans un premier temps, nous avons évalué les usages instrumentés sur un empan temporel court pour ensuite interroger le processus long de l'appropriation des outils de progression afin de rendre compte d'un modèle de frappe et d'ancrage au regard des analyses plurielles réalisées. Nos études ont ainsi apporté des outils de compréhension quant au rôle de médiation exercé par le piolet dans l'activité en ouvrant progressivement la focale, c'est-à-dire en élargissant le regard sur l'environnement dans lequel s'inscrit l'activité et les moyens de documenter cette dernière, passant successivement de l'activité donnant lieu à conscience pré-réflexive sur une ascension dans l'étude 1 à l'activité donnant lieu à conscience pré-réflexive inscrite dans la construction d'une culture singulière dans l'étude 2, pour aller vers l'activité donnant lieu et ne donnant pas lieu à conscience pré-réflexive lors d'une reconstruction de l'activité de frappe dans l'étude 3.

Au travers de ces études, c'est en choisissant l'expérience comme base pour l'analyse de l'activité en gardant pour objectif que celle-ci est également une base pertinente pour la conception que ce travail a été construit. S'il n'est pas ici nécessaire de rappeler que le cours d'expérience symbolise la construction de sens pour l'acteur dans l'activité dans son couplage avec l'environnement, il convient de noter que l'expérience se distingue du simple vécu pour interroger en profondeur la construction des phénomènes de l'activité, c'est-à-dire les contraintes et les effets de l'activité sur l'acteur. Ces effets peuvent être corporels à l'image des résultats des études 2 et 3, situationnels comme le mettent en avant les études 1 et 2, voire culturels comme le montre l'étude 2. Accéder au cours d'expérience nous a ainsi permis de comprendre l'activité dans sa globalité.

À travers la première étude, en démontrant que les préoccupations, actions et focalisations types sont des marqueurs de l'utilisabilité et en repérant l'apparition des nouveaux usages, précurseurs de l'appropriation. Par le biais de la deuxième étude, en

reconstruisant la dynamique des ouverts pour saisir la momentanéité de la transparence de l'outil, révélateur du processus d'appropriation. Enfin dans la troisième étude, en reconstruisant l'expérience subjective de la frappe en se focalisant sur les actions, pensées, émotions, et perceptions pour déterminer finement le rôle particulier de l'outil dans la structuration fine de l'activité.

L'intérêt d'une compréhension de l'expérience pour la conception tient à l'hypothèse selon laquelle le processus d'appropriation est plus ou moins facilité, pour des acteurs donnés, d'une part, par les caractéristiques de l'objet, de l'outil ou du dispositif conçu (étude 3), d'autre part, par les conditions dans lesquelles s'effectue ce processus d'appropriation (études 1 et 2). Concevoir pour l'appropriation passe par la saisie de l'expérience vécue pour que le piolet soit conçu pour devenir « transparent », tant du point de vue des usages que du point de vue des garanties de sécurité qu'il offre, des contraintes physiologiques et biomécaniques qu'il impose, et des significations qu'il véhicule. Autrement dit, pour que celui-ci serve directement à l'activité au lieu d'être l'objet de celle-ci, il faut saisir l'activité qu'il transforme.

Néanmoins, le flux de l'expérience vécue est d'une telle complexité, avec des dimensions qui sont silencieuses quand d'autres sont très perceptibles, entremêlant des actions, pensées, sensations et émotions, qu'il nous est évident de se rappeler à quel point la saisie de l'activité dynamique-située est importante dans le processus de conception. Les résultats des études de cette thèse tendent aussi à rendre compte des conséquences de cette dynamique de l'activité sur la variabilité des usages et sur les pluralités des médiations offertes par l'outil dans le couplage entre le grimpeur et son environnement. D'une part dans l'étude 1, en saisissant l'activité exploratoire complexe comme forme d'activité qui, lorsqu'elle est instrumentée, participe au processus d'appropriation. D'autre part dans l'étude 2, en soulignant qu'un outil n'est jamais tout le temps transparent car justement, il est parfois aussi opaque. Parfois les piolets sont incarnés, parfois ils se rappellent à l'acteur quand par exemple il ne sait plus où l'ancrer. Enfin dans l'étude 3, en repérant les divergences et convergences entre les données expérientielles et les données objectivables, car c'est dans l'usage que l'objet se dévoile et l'usage n'est jamais un processus déterminé.

1. Apports à la conception

Nous examinerons dans cette partie comment l'analyse de l'expérience vécue, la mise en œuvre du cours d'information et l'analyse de l'appropriation telle que nous l'avons réalisée dans cette thèse, apportent un éclairage sur la compréhension de l'activité humaine et enrichissent la conception de matériel de progression pour l'escalade et la montagne.

La prise en compte de l'expérience

L'un des apports de cette thèse concerne la prise en compte de l'expérience en conception dans le champ sportif au travers de l'objet cours d'expérience. Avec cette approche approfondissant le vécu subjectif des acteurs, nous nous sommes intéressés non seulement à l'action et aux aspects socio-cognitifs mais également à d'autres dimensions encore peu étudiées dans les approches centrées activité comme celles des émotions et des perceptions vécues dans l'activité d'escalade sur glace.

Cahour, Salembier et Zouinar (sous presse) parlent de la prise en compte des mouvements émotionnels de l'expérience vécue comme d'une évolution qui consiste à ne plus se contenter des émotions observables (e.g., mimiques, intonations) pour questionner les émotions vécues par la personne. La reconstruction du cours d'expérience permet de mettre à jour les émotions significatives pour l'acteur qui sont imperceptibles pour un observateur extérieur. Il peut s'agir notamment d'émotions ou perceptions entraînant un rejet ou une appropriation du piolet (e.g., rejet du piolet de dry-tooling ou appropriation du piolet de cascade sur la base d'un sentiment d'efficacité ou d'un plaisir lors de la frappe, étude 2). Des activités sportives expertes ont d'ailleurs déjà été étudiées sous l'angle des émotions vécues dans le cours de l'action. Ainsi, Sève, Saury, Leblanc et Durand (2005) ont étudié à l'aide d'autoconfrontations, l'activité de pongistes professionnels en situation de match. Ils montrent comment l'irritation et la crainte sont camouflées, tandis que les émotions positives sont accentuées et surjouées en situation de match, notamment les expressions de confiance et de satisfaction. De même, les usages de nouveaux modes de mobilité (véhicule électrique) ont été étudiés dans une approche centrée sur l'expérience vécue avec une perspective de transformation des situations en se basant sur des entretiens d'explicitation ou d'autoconfrontation (Cahour, Nguyen, Forzy, & Licoppe, 2012 ; Nguyen & Cahour, 2014). Les auteurs ont mis à jour un sentiment d'angoisse de la panne correspondant à la crainte que

peuvent avoir certains automobilistes au vu de l'autonomie limitée des véhicules électriques. Ils ont également pu rendre compte de l'évolution de ce rapport affectif à la conduite en fonction du trajet. Pour nous, cette évolution de la dimension émotionnelle dans l'activité d'escalade sur glace semble une avancée pertinente pour rendre compte du lien affectif qui se construit dans l'usage du piolet. Une analyse plus détaillée de cette dynamique pourrait, notamment, mettre à jour le processus émotionnel en jeu dans l'abandon de l'objet.

Le cours d'in-formation

La dimension émotionnelle est particulièrement soulignée dans les études que nous venons de décrire mais elle reste articulée aux autres dimensions de l'expérience vécue, c'est-à-dire au flux de ce qui a été perçu, pensé et fait dans la situation (Cahour, Salembier, & Zouinar, sous presse). Ainsi, à côté de la dimension émotionnelle, plusieurs recherches portent plus particulièrement sur la dimension corporelle de l'expérience vécue, autre dimension qui a été longtemps négligée dans les analyses de l'activité en psychologie ergonomique, au profit de l'action et des processus socio-cognitifs.

Combinant de façon originale une analyse des cours d'expérience des grimpeurs et une analyse de paramètres biomécaniques corrélatifs de leur activité (e.g., angles articulaires, EMG), nous avons reconstruit une part du cours d'information des grimpeurs afin d'enrichir la compréhension de l'appropriation et enrichir la conception. Nous avons tenté de démontrer que l'articulation de données dans le cours d'information à l'image des travaux de Saury, Nordez et Sève (2010) permettait de comprendre que l'activité n'est pas entièrement prédéterminée par des variables physiologiques comme l'indiquent les recherches classiques, mais qu'elle s'appuie sur des ajustements fins permanents tout au long de l'activité (e.g., ajustement angulaire lors de la frappe en fonction du piolet) qui reposent sur des indices perceptifs et proprioceptifs variés. Ainsi, dans l'étude 3, l'analyse des paramètres biomécaniques a permis d'attribuer la compréhension de la sensation d'une frappe enroulée autour du poignet ou la sensation d'une frappe précise aux différences d'amplitudes articulaires en fonction du piolet utilisé. Différences d'amplitudes qui trouvent parfois leurs origines dans la volonté de faire face aux affordances du piolet (e.g., frapper sans dévier avec le piolet de dry-tooling qui invite plutôt à crocheter). Cette étude montre ainsi la richesse de la potentielle complémentarité de l'approche centrée sur l'expérience et l'analyse de paramètres physiques relatifs à l'activité. Des difficultés d'ordre technique restent à dépasser pour mettre

en œuvre un recueil de données permettant de documenter le cours d'in-formation en situation moins expérimentale.

2. Intérêts pour la conception

Les apports de cette approche expérientielle pour la compréhension de l'activité concernent l'analyse fine de l'expérience vécue de l'activité et la prise en compte (encore trop ignorée) des aspects émotionnels et corporels du vécu. De fait, le flux de l'expérience vécue est d'une telle complexité, avec des dimensions qui sont entraperçues quand d'autres sont au premier plan, qu'il serait présomptueux de prétendre y accéder complètement grâce au point de vue en première personne notamment avec l'autoconfrontation, et en troisième personne avec l'observation et aux mesures physiques. Nous cherchons plus modestement à nous en approcher au plus près, en prenant soin de mettre en œuvre des méthodes d'entretien et de recueil pertinentes.

Si nous avons constaté dans la littérature que renseigner cette expérience vécue est productif pour la conception de situations, de formations ou de technologies qui soient mieux adaptées, nos études tendent à s'en rapprocher en prenant en compte l'expérience vécue qui permet une transformation du réel en informant de manière détaillée le processus de conception des situations d'activité d'un point de vue technique. Dans cette perspective, l'objet de conception appropriation a été développé.

L'analyse de l'appropriation

De notre point de vue, concevoir du matériel sportif utilisable et appropriable nécessite une connaissance fine de l'activité réelle des utilisateurs. Les différentes études que nous avons réalisées nous permettent de présenter une démarche de conception centrée sur l'activité tout en questionnant la fécondité de la notion d'appropriation pour l'analyse et la conception au travers d'objets d'études expérientielles élargies : le cours de vie relatif à une pratique et le cours d'in-formation.

En ergonomie, nous l'avons rappelé en introduction, il est devenu usuel d'aborder cette problématique selon une logique de conception dite « centrée utilisateur ». Cependant, le succès de cette démarche s'est accompagné d'applications très contrastées et souvent a-théoriques. Il était important, dans ce contexte, de présenter les principes fondamentaux d'une

démarche de conception de matériel sportif à partir d'une approche centrée sur l'activité des utilisateurs. Il s'agissait également de proposer une avancée théorique et méthodologique dans la mesure où nous avons, dans nos études, dépassé en partie la notion de conception en termes d'aides, emblématique de cette orientation, au profit de celle de conception de situations d'appropriation, encore plus structurante de notre point de vue. De fait, nous tentons de faire évoluer le programme de recherche technologique de conception centré sur le cours d'action vers un programme de recherche technologique de conception centré sur l'objet de conception « appropriation » faisant naître un objet générique de conception plus riche. Pour discuter de cette évolution, il semble important de reprendre les fondamentaux qui structurent cet objet du point de vue de la conception. Dans un premier temps, nous discuterons de l'observatoire pour la conception pour ensuite définir les indices et les critères pour concevoir pour l'appropriation.

Définition et concrétisation d'un nouvel observatoire

Prendre en compte l'activité dans le cadre de la conception s'accompagne nécessairement d'une réflexion sur les objets de conception. Pour notre part, nous avons proposé de dépasser en partie la notion d'aide et d'adopter la situation d'appropriation comme objet de conception (e.g., Carroll, Howard, Peck, & Murphy, 2003). Cette évolution consistait à prendre en considération le pouvoir constituant de la technique (Steiner, 2010). L'appropriation est intéressante en tant que notion pour la conception dans la mesure où elle incite à prendre en compte a) différentes échelles temporelles, b) l'unité de l'acteur humain dans sa relation à la situation transformée, et c) le caractère actif/créatif de l'acteur humain dans cette situation. Plus spécifiquement, s'interroger sur l'appropriation des piolets pour l'escalade sur cascade de glace consiste à questionner leur intégration au « corps propre » des grimpeurs, au fonctionnement ordinaire de ces derniers, et plus largement à la communauté de pratique des glaciéristes. De ce point de vue, interroger le processus d'in-culturation du piolet (étude 2) marque une avancée dans la compréhension du rôle de l'objet dans le processus. Nous l'avons vu, l'appropriation peut être considérée comme réussie lorsque le piolet sert directement à l'activité au lieu d'être l'objet de celle-ci, autrement dit lorsqu'il est devenu « transparent », tant du point de vue des usages que du point de vue des garanties de sécurité qu'il offre, des contraintes physiologiques et biomécaniques qu'il impose, et des significations qu'il véhicule. Du point de vue de la conception, le piolet se doit de répondre à

ces exigences. Il est pour cela important de définir des critères et des indices pour la conception.

Cette thèse conduit à dépasser la conception ergonomique en termes d'aide partagée par la plupart des recherches de l'ergonomie de langue française au profit d'une conception ergonomique en termes d'appropriabilité de la technique, comme il a été proposé par Theureau (2002), notamment en anticipant les effets sur l'homme de l'innovation technique et en pensant la conception d'une façon qui aide effectivement l'homme en situation. Stiegler (2001) parle de co-constitution de l'homme et des technologies. Ainsi, les notions antérieures de situation d'aide et de critères d'aide (Pinsky & Theureau, 1992), dépassées par Lenay (2002) sous l'inspiration de Stiegler (Stiegler, 2001, 1996, 1994) et de Varela (1996, 1989a, 1989b), et en relation avec des recherches expérimentales sur des dispositifs techniques d'expansion sensorielle, évoluent vers l'idée d'intégration d'un objet, d'un outil ou d'un dispositif au corps propre de l'acteur initialement proposée par Merleau-Ponty (1945).

Ce nouvel objet théorique impose de repenser l'analyse de l'activité pour accompagner l'ensemble de la co-construction de l'acteur et du dispositif, et donc du processus de conception. Il s'agit concrètement de mettre en œuvre une démarche itérative permettant d'analyser une activité qui se rapproche progressivement de l'activité future. Analyser l'activité à chaque étape du processus permet pas à pas de construire et de valider des hypothèses pour anticiper ce que sera la nouvelle situation d'utilisation. Ceci permet de spécifier le matériel par approximations successives (grâce à des prototypes) afin de favoriser l'émergence de l'activité que l'on souhaite voir se développer. Ceci permet également de mettre à jour rapidement des usages non anticipés par les concepteurs. Ainsi, l'analyse de l'activité permet de diagnostiquer des dysfonctionnements et d'apporter des recommandations de corrections mineures du fait de l'avancée du processus de conception. Elle peut également être réalisée en amont. Elle permet alors d'identifier les besoins et difficultés des acteurs afin de formuler des pistes de conception. Les études que nous avons présentées sur l'activité de glaciéristes débutants sont de cette nature et visent à identifier des pistes de conception.

II. Indices et critères usuels pour la conception

La concrétisation du nouvel observatoire passe par l'ajout de la quatrième hypothèse de substance au programme de recherche empirique (Haué, 2003). Il s'agit de l'hypothèse d'une relative autonomie de la conscience pré-réflexive, développée dans le cadre d'une pratique donnée qui est réalisée en temps partagé avec d'autres pratiques. La définition de l'objet théorique « cours d'expérience relatif à une pratique » que permet cette hypothèse de substance, n'ajoute donc aux formules qui définissent l'objet théorique « cours d'expérience » que le postulat de cohérence entre les épisodes disjoints d'une même pratique à travers le temps. Cette hypothèse est favorable à l'étude de l'activité sur un empan temporel long où l'activité se prolonge. Elle est favorable aussi au nouvel objet de conception « appropriation », qui vise à dépasser l'insuffisance de la notion d'aide. Relativement à la prise en compte dans l'ingénierie des situations des innovations techniques et de leur rôle anthropologiquement constitutif, ce nouvel objet de conception peut être complété par la notion d'appropriabilité ou de critères pour faciliter l'appropriation. Cette notion traduit toutes les conséquences du dépassement de la notion d'intégration au corps propre de Merleau-Ponty (1945) rappelé plus haut. En effet, cette dernière notion donne le primat à la perception et n'ouvre pas sur la prise en compte de transformations de l'objet, de l'outil ou du dispositif par les acteurs. De fait, elle ne prend pas en compte l'innovation technique. L'intérêt ergonomique de la notion de critère tient à l'hypothèse selon laquelle le processus d'appropriation est plus ou moins facilité par les caractéristiques de l'objet certes, mais aussi par les conditions dans lesquelles s'effectue ce processus d'appropriation. Ainsi, l'appropriabilité n'est plus seulement relative à l'objet mais aussi au reste de la situation, au corps et à la culture comme le souligne la quatrième hypothèse de substance relative aux contraintes et effets multiples de l'activité humaine dans les corps, situations et cultures. De fait, la distinction entre appropriation et appropriabilité se rapporte à la distinction entre empirique et technologique, alors que, concernant les situations d'aide, on peut qualifier d'aide non seulement l'objet mais aussi les critères de conception.

Cette approche de la conception suppose des critères permettant de guider la conception et des indicateurs pour la validation. Choisir la situation d'appropriation comme objet de conception transforme la manière de penser ces critères, voire impose de développer de nouveaux critères. Ces critères sont déterminants et doivent cadrer le pontage entre une

description de l'activité humaine et un modèle pour la conception (Poizat et al., 2010). Pour concevoir une situation appropriable, il nous semble essentiel d'organiser et d'articuler des critères : a) de protection et de prévention, b) d'acceptabilité sociale et culturelle, c) d'aide individuelle et collective, et d) d'efficacité individuelle et collective. Ces critères sont donc les conditions à réunir pour que le piolet favorise, à chaque instant a) l'enquête et l'analyse de la surface et de la voie, b) le crochetage ou la frappe suivant le type de glace, c) l'économie des ressources pour agir (force musculaire, confort, plaisir..), d) le détournement et les nouveaux usages et e) les savoirs et les gestes symboliques. Ces différents critères se distinguent par leur nature et par le cadre qu'ils imposent à la conception. Il apparaît également nécessaire d'élargir la gamme des indicateurs nécessaires pour valider les choix de conception comparativement à ce qui se fait dans la conception en termes d'aide. Dans notre cas, concevoir en termes d'appropriation suppose d'anticiper les effets du nouveau piolet sur la sécurité du glaciériste, sur les logiques d'action et de raisonnement du glaciériste, sur la performance du glaciériste, sur la trajectoire de développement du glaciériste, ou encore sur les valeurs véhiculées dans la communauté de l'alpinisme. À titre d'illustration, les dragonnes reliant le piolet au grimpeur n'ont pas été massivement adoptées par les grimpeurs (Blanc-Gras et Ibarra, 2011) alors qu'elles constituaient un pas important en termes de protection et de prévention (e.g., suppression du risque de perte des piolets, limitation de la fatigue). Deux principaux obstacles à l'adoption des dragonnes sont avancés par les grimpeurs (Poizat, Haradji, & Seifert, 2011) : a) l'impossibilité d'effectuer des croisements et changements de mains, b) l'impossibilité de délayer le bras pour récupérer ou de mettre une broche en laissant le piolet ancré. La non-adoption des dragonnes s'explique en partie par cette rupture qu'elles imposent par rapport aux logiques d'action et aux principes d'efficacité des grimpeurs. L'analyse de l'activité suivant les critères que nous avons définis permet de mettre à jour ces stratégies durant la phase de conception.

1. Considérer l'objet technique

Si parfois un piolet lourd en tête est perçu comme un garant d'efficacité dans l'ancrage, l'évolution de la compréhension de la pratique laisse entendre qu'un piolet à l'équilibre plus neutre, où le centre de gravité se rapproche du point de préhension du manche et non de la tête, ouvre plus de possibles car il permet de planter et de crocheter tout en désancrant plus

facilement. Du point de vue de la conception, cela revient à travailler sur le centre de gravité du piolet en fonction des caractéristiques recherchées. Nos études montrent que le crochetage est favorisé par un centre de gravité proche de la pointe de la lame alors que la vitesse de frappe est caractéristique d'un piolet au centre de gravité proche de la poignée. Pour tendre vers ces deux situations, et donc vers un encouragement des possibles, il convient d'obtenir un piolet léger en tête avec un léger galbe pour que le centre de gravité (G) se rapproche du rayon du cercle de rotation PM (figure 40).



Figure 40. *Position du centre de gravité sur un piolet peu galbé*

À l'inverse, si le galbe du piolet est plus important, on note des tendances à une imprécision de la frappe et à une spécification vers les crochetages. En effet, G s'éloigne de l'axe PM (figure 41).



Figure 41. *Position du centre de gravité sur un piolet très galbé*

Nous avons pu voir que l'angle de la poignée influence la sensation d'instabilité ou de stabilité lors des frappes. Plus l'angle entre la poignée et la lame est fermé, plus il est difficile de guider le piolet lors des frappes mais plus il est facile d'ancrer derrière une bosse ou sur un surplomb. De manière générale, il semble que la masse globale du piolet ait peu d'impact sur son appropriation mais que la sensation de la répartition des masses et de l'incontrôlabilité lors de l'impact soit un moteur d'abandon.

Du point de vue de la conception, l'analyse de l'activité permet de considérer la géométrie du piolet dans le processus d'appropriation et donc de concevoir pour l'appropriation. Nous avons également noté que la géométrie du piolet, en plus de participer à l'appropriabilité, induit un usage différencié lié à la perception de l'usage futur. Autrement dit, pour un débutant, plus le piolet semble galbé, plus il semble technique et difficile à utiliser, plus il accélère l'abandon en orientant les préoccupations vers la sécurité de l'ancrage. Ainsi, un piolet appropriable est un piolet qui favorise la projection dans l'activité future tout en permettant à cette activité de se réaliser. Néanmoins, cela n'est pas suffisant pour s'assurer d'un usage ouvrant de nouveaux possibles. Il faut également que le piolet lui-même soit transformable, c'est-à-dire adaptable aux préoccupations-types de l'acteur et aux actions-types à chaque instant. Dans la conception, cela passe par la possibilité d'orienter l'outil ou de le faire évoluer.

L'analyse de l'activité des débutants a permis d'envisager différentes pistes d'innovations pour la conception de matériels spécifiques. Quelles sont la taille et la forme des lames et les dents les plus appropriées pour faciliter l'ancrage des piolets mais aussi pour aider le débutant à s'informer sur la qualité de la glace ? D'autres pistes peuvent concerner le poids des piolets ou plus précisément la répartition du poids entre la lame et le manche pour faciliter la frappe et limiter la fatigue ; ou encore l'utilité des dragonnes. Dans un processus d'apprentissage vers l'expertise, les évolutions du piolet devront porter sur des matériaux innovants permettant d'amplifier les informations sonores ou les vibrations essentielles à l'évaluation des ancrages. Il semble également important, dans la même perspective, de s'interroger sur leurs formes (i.e., galbe, gâchette désaxée, double gâchette, ergot...) qui sont autant de variables d'ajustement permettant de renvoyer au grimpeur un nombre plus ou moins élevé d'informations.

2. Anticiper les détournements

En analysant l'activité, nous avons remarqué que le processus d'incorporation s'actualise dans une transparence de l'objet, autrement dit ne plus le subir et pouvoir s'en servir comme on le souhaite. Pour cela il faut avoir exploré toutes ses fonctionnalités techniques, voire même les dépasser. Akrich (1998) détaille quatre formes d'intervention de l'acteur sur l'objet dans une situation, c'est-à-dire sur l'objet lui-même ou sur les usages prescrits par le concepteur. Il s'agit a) du déplacement qui consiste à modifier le spectre des usages prévus sans annihiler ce en vue de quoi il a été conçu, b) de l'adaptation qui consiste en une légère modification apportée par l'utilisateur pour adapter le produit à son utilisation, c) de l'extension qui désigne l'adjonction d'éléments aux usages de départ d'un objet permettant d'enrichir sa liste de fonctions et enfin d) le détournement, qui renvoie au concept assez répandu d'utilisation distincte d'un scénario prévu au départ par le producteur. Clôt (1999) parle alors de catachrèse. Il s'agit du « *glissement d'un procédé en usage dans un domaine vers une autre fonction dans un champ différent* » (Clôt, 1999, p. 186). Ce procédé n'est possible que si l'individu peut se « *libérer de la technique* » ajoute-t-il. Ainsi, l'utilisation de la catachrèse en sport devient plus qu'une transgression des notices d'utilisation d'un outil. Il s'agit d'une mobilisation in situ, objective et subjective, qui permet de se réapproprier l'objet dans un autre domaine ou dans un domaine où l'objet n'est pas conçu pour cet usage. Concevoir en termes d'appropriation permet alors d'anticiper certains détournements non souhaitables. À titre d'illustration, les ergots d'appui prévus pour caler la main et l'index sur un piolet peuvent être détournés de leur usage. Lorsque ceux-ci présentent des griffes d'ornement, les grimpeurs les utilisent abusivement pour frapper la glace. D'autres encore s'en servent pour se suspendre par l'anneau d'assurage de leur harnais lorsqu'ils travaillent des voies difficiles (figure 42) car c'est efficace à un moment précis de l'activité. Cet usage a fait l'objet d'une note de sécurité le 21 décembre 2010 publiée par l'entreprise Petzl® (annexe 1) et démontre la prise de conscience de l'entreprise qui est obligée de se prémunir et de contrôler l'appropriation « sauvage » ou « détournée » des objets.

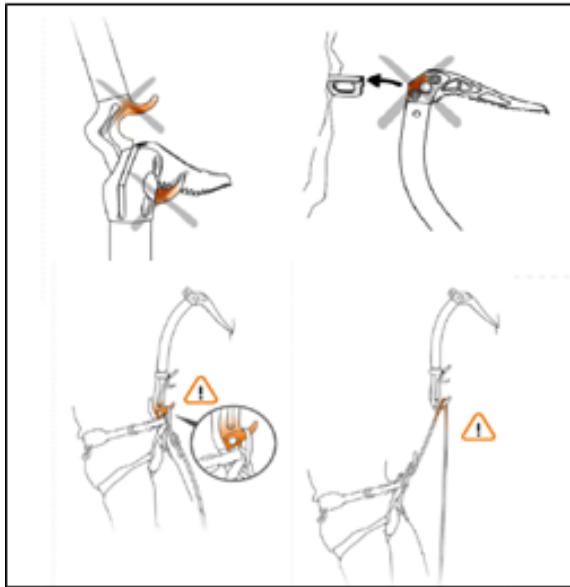


Figure 42. Pictogrammes présents sur les notices d'utilisation des piolets traction⁹

En effet, si le grimpeur réalise cette action, c'est qu'il a intégré subjectivement une fonction du piolet (« Le Griprest © est une proéminence que je peux utiliser pour appuyer ma main sur le manche ») et qu'il est capable de se la réapproprier dans une nouvelle configuration (« Je peux appuyer ma corde ou mon baudrier sur du Griprest© pour me soutenir en cas de fatigue »). Cependant, cet usage détourné peut endommager le système car celui-ci n'est pas conçu pour supporter de telles contraintes. De fait, l'appropriation du piolet amène les grimpeurs à détourner les objets. Si ceux-ci ne sont pas en mesure de supporter ce détournement, le processus d'appropriation est dénaturé. Cette capacité d'affordance (Morineau, 2001) par l'outil, c'est-à-dire de médiation optimale entre l'environnement et soi-même à un moment donné, permet au grimpeur d'ouvrir son domaine d'action et de faire preuve de maîtrise dans l'action. Si le grimpeur est capable de décider quand il peut ou ne peut pas utiliser telle ou telle fonction de l'outil, c'est qu'il a incorporé la dynamique de l'objet, approprié l'usage de l'objet et intégré de nouveau l'élément de la culture partagée de l'activité liée à l'objet. Anticiper la catachrèse, c'est concevoir des espaces d'actions propices à l'enrichissement des expériences. L'enjeu de l'entreprise Petzl® n'est donc pas seulement de rendre compte du risque d'un tel détournement (annexe 1) mais de corriger techniquement l'outil pour que la catachrèse soit possible. Dans leur note de sécurité, l'entreprise rappelle que pour se suspendre au piolet, il existe un trou dans le manche dans lequel le grimpeur peut

⁹ Notice d'utilisation Petzl® mise à jour après que des grimpeurs ont fait part de casse ou de dégradation de matériel lors d'usage non spécifié

positionner un mousqueton. À défaut de modification technique, c'est ici l'encouragement vers une pratique similaire qui est recherché. Si dans ce cas, le processus de détournement réalisé par le grimpeur dépasse le cadre des usages non anticipés par les concepteurs, parfois le détournement dépasse le cadre des conceptions anticipées par les concepteurs pour glisser vers une modification/extension/adaptation du piolet par le grimpeur. Nous parlerons d'adaptation lorsqu'il s'agit d'introduire quelques modifications dans le dispositif qui permettent de l'ajuster aux caractéristiques de l'utilisateur ou de son environnement sans pour autant toucher à sa fonction première. Par exemple, le raccourcissement des manches d'outil pour permettre une utilisation différenciée ou plus généralement toute la gamme des transformations qui visent à améliorer l'adaptabilité, c'est-à-dire à des besoins particuliers qui font partie des adaptations courantes. Ces modifications permettent d'élargir le champ des possibles de l'acteur dans une situation particulière et marque une phase développée du processus d'appropriation (Carroll et al., 2003). À titre d'exemple, Bruno Sourzac (alpiniste) pour la deuxième ascension du champignon sommital du Cerro Torre en Argentine a conçu un piolet-pelle (figure 43) afin d'évoluer dans la neige et le givre. Il explique son projet de détournement au retour de sa première tentative : *« Après une errance hautement aérienne dans les surplombs de givre, l'évidence de la progression allait se faire jour : creuser, jouer au tunnelier. L'outil aussi ne semblait que peu adapté à cette besogne, l'idéal serait d'avoir deux pelles-pioches ! Il m'est inconcevable d'imaginer retourner flirter avec ces meringues sans bricoler quelque chose »* (Bruno Sourzac, cité par Blanc-Gras & Ibarra, 2011, p. 121). Du point de vue de la conception, permettre la plasticité de l'objet pour anticiper le détournement ou la modification deviendrait un critère pour l'appropriation.

Ainsi, les usagers doivent pouvoir développer des capacités innovatrices dans leurs rapports avec les objets au sens où l'objet doit permettre ce processus.

De plus, ce principe de réinvention doit dépasser largement le cadre des technologies pour aller vers celui des situations. En quelques années, l'escalade sur glace a pris son autonomie vis-à-vis de l'alpinisme, discipline historique de référence. Pendant ces années d'explosion, tout ou presque a été inventé, qu'il s'agisse du matériel, des terrains de pratiques et de leur équipement, des modes d'entraînement, du classement des grimpeurs et des voies, des compétitions, de la professionnalisation mais surtout, comme nous l'avons étudié, des modes de grimper, d'évoluer, d'ancrer ou de frapper qu'ont développés les grimpeurs. Nous affirmons ici notre position pour une conception des situations d'appropriation qui questionne

l'innovation, c'est-à-dire qui transforme les logiques de recherche et développement des entreprises.



Figure 43. *Prototype de Bruno Sourzac (image personnelle de Bruno Sourzac (Blanc-Gras et Ibarra, 2011))*

3. Transformer les logiques de conception

Von Hippel (1976) a étudié le cas des instruments scientifiques et montré que, dans ce domaine, les utilisateurs sont les véritables acteurs de l'innovation. Ainsi, confrontés à un problème expérimental dans leur recherche, ils sont en quelque sorte obligés de concevoir des instruments scientifiques pour le résoudre. Afin de réaliser ces instruments, ils se font aider des fabricants qui, une fois que l'instrument a fait ses preuves dans la communauté scientifique et s'est stabilisé, sont à même de passer à une production plus industrielle. Ce passage de l'invention à l'innovation (Simondon, 1966/2014) dans la relation entre un acteur/inventeur et un industriel est propice à la conception pour l'appropriation. En effet, ces *lead users* comme les nomment Schreier, Oberhauser et Prùgl (2007) ont un rôle d'influence en phase initiale d'invention (naissance), mais également, plus tard, dans l'accélération de la diffusion des produits dans les phases de croissance. Ils participent ainsi à son inscription comme une innovation en garantissant la probable intégration de l'objet à la culture, au monde et au corps propre du futur utilisateur.

De nombreux auteurs ont travaillé sur le sujet pour expliquer comment les entreprises devaient s'entourer de leurs services ou de collaborations ponctuelles avec ceux-ci pour développer les produits (Biard, 2012 ; Von Hippel, 1986). Il apparaît que la supériorité technologique d'un produit n'est pas toujours une garantie de succès alors que la relation avec un *lead user* permet de créer de nouveaux produits qui auront tendance à être adoptés plus rapidement.

Ainsi, au terme de ce travail de thèse et après avoir conforté les hypothèses selon lesquelles a) l'utilisation des différents piolets laisse apparaître une certaine invariance malgré les utilisateurs, b) les piolets favorisent l'émergence de nouvelles modalités d'action ou de perception propices à la progression dans l'environnement, mais aussi dans la pratique de l'escalade sur glace, c) l'utilisation d'un piolet dans un temps plus long qu'une simple ascension laisse apparaître une certaine opacité/transparence de l'objet, d) le processus d'appropriation ne s'actualise pas de la même façon en fonction du piolet, e) l'utilisation répétée d'un piolet favorise l'émergence de nouveaux savoirs et gestes symboliques qui peuvent être partagés, f) la reconstruction du cours d'in-formation est un apport supplémentaire au cours d'expérience et au cours de vie dans une démarche de conception et g) le piolet agit comme un tout qui se rappelle à l'acteur par partie (la lame, la courbure du manche ou encore la gâchette) au cours de l'action, nous pouvons argumenter pour une systématisation de la prise en compte de l'appropriation comme objet de conception avec sa méthodologie associée, véritable atout pour l'ergonomie du sport qui permet l'enrichissement des processus de conceptions industrielles dans une co-constructivité concepteur-utilisateur et dans une façon nouvelle de penser l'innovation.

Bibliographie, index et annexes

I. Bibliographie

- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004). User-centered design. *Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks : Sage Publications*, 37(4), 445-456.
- Adé, D., Poizat, G., Gal-Petitfaux, N., Toussaint, H., & Seifert, L. (2009). Analysis of elite swimmers' activity during an instrumented protocol. *Journal of Sports Science*, (27), 1043-1050.
- Akrich, M. (1993). Les formes de la médiation technique. *Réseaux*, (60), 87-98.
- Akrich, M. (1995). Petite anthropologie du médicament. *Techniques et culture*, (25-26), 129-157.
- Akrich, M. (1998). Les utilisateurs, acteurs de l'innovation. *Education permanente*. 134, 79-90.
- Allard, P., & Blanchi, J. P. (2000). *Analyse du mouvement humain par la biomécanique*. Mont-Royal : Décarie.
- Amalberti, R., de Montmollin, M., & Theureau, J. (1991). *Modèles en analyse du travail*. Bruxelles : Mardaga.
- Andrieu, B. (2004). Somaphore et corps biosubjectif, *Multitudes*, 2(16), 59-69.
- Aubel, O. (2006). *L'escalade libre en France : sociologie d'une prophétie sportive*. Paris : L'Harmattan.
- Aumage, V., Batoux, P., Charlet, J-F., Decorps, G., Fauquet, M., & Robach, Paul. (2012). *Progression en corde tendu et chutes en crevasse*. Retrieved from Laboratoire d'essai des matériels de montagne de l'ENSA.
- Bach-y-Rita, P., & Kercel, S. W. (2003). Sensory substitution and the human-machine interface. *Trends in cognitive sciences*, 7(12), 541-546.
- Balbo, S., Coutaz, J., & Salber, D. (1993). Towards automatic evaluation of multimodal user interfaces. *Proceedings of the 1st international conference on Intelligent user interfaces*, 201-208.
- Bannon, L. (1991). From human factors to human actors : The role of psychology and human-computer interaction studies in system design. *Design at work : Cooperative design of computer systems*, 25-44.

- Barbier C. (2009). *Analyse de l'activité de conduite automobile et conception de systèmes d'aide* (Thèse de doctorat non publiée). CNAM, Paris.
- Barcenilla, J., & Bastien, J. M. C. (2010). L'acceptabilité des nouvelles technologies : quelles relations avec l'ergonomie, l'utilisabilité et l'expérience utilisateur?. *Le travail humain*, 72(4), 311-331.
- Barratt, P. (2011). Vertical worlds : technology, hybridity and the climbing body. *Social and Cultural Geography*, 12(4), 397-412.
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and brain sciences*, 22(04), 577-660.
- Barthet, M. F. (1988). *Logiciels interactifs et ergonomie. Modèle et méthodes de conception*. Paris : Dunod informatique.
- Battarbee, K. (2003). Defining co-experience. *Proceedings of DPPI'03*, June 23-26. Pittsburgh.
- Batoux, P., & Seifert, L. (2007). *Cascades de glace et dry-tooling du mont Blanc au Léman*. Chamonix : JM.
- Béguin, P. (2003). Design as a mutual learning process between users and designers. *Interacting with computers*, 15(5), 709-730.
- Béguin, P. (2004) L'ergonome, acteur de la conception. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie*. Paris : PUF.
- Béguin, P. (2007). Prendre en compte l'activité de travail pour concevoir. *Activités*, 4(2), 107-114.
- Béguin, P., & Rabardel, P. (2000). Concevoir pour les activités instrumentées. *Revue d'Intelligence Artificielle*, 14, 1-2, 35-54.
- Béguin, P., & Weill-Fassina, A. (1997). *La simulation en ergonomie : connaître, agir, interagir*. Toulouse : Octarès.
- Bernoux, P. (1991). L'appropriation des techniques. In J. Perrin (Ed.), *Construire une science des techniques*. Limonest : l'interdisciplinaire.
- Berteloot, A., Trohel, J., & Sève, C. (2010). Analyse sémiologique de l'activité d'un coureur de demi-fond en situation compétitive. *Staps*, 90(4), 7-7.
- Bessy, O., & Hillairet, D. (2002). *Les espaces sportifs innovants : l'innovation dans les espaces marchands et mixtes. Nouvelles pratiques, nouveaux territoires*. Paris : Presses universitaires du sport.

- Biard, E. (2012). *Facteur de diffusion des pratiques sportives hors cadre et stratégie des acteurs : études de cas comparatives dans la délocalisation des sports de nature aux milieux urbains* (Thèse de doctorant non publiée). Université Paris XI, Paris.
- Bibard, L. (1991). *La Place et le rôle des sciences dans les innovations techniques* (Thèse de doctorat non publiée). École Nationale Supérieure des Mines de Paris, Paris.
- Blackford, J. R. (2003). *Materials in mountaineering Materials in Sports Equipment (Vol. 1)*. Cambridge : WPL.
- Blackford, J. R., & Maycock, E. (2001). Climbing safety reaches new heights in Europe. *Materials World*, 9(8).
- Blair, K., Custer, D., Alziati, S., & Bennett, W., (2004). The effect of load rate, placement angle, and ice type on ice screw failure. *The Engineering of Sport*, 5(2), 283-289.
- Blanc-Gras, J., & Ibarra, M. (2011). *Glaces. Arts, Expériences et techniques*. Chamonix : Blue Ice.
- Boëda, E. (2005). Paléo-technologie ou anthropologie des Techniques ? In O. Gapenne, & P. Gaussier (Eds.), *Suppléances perceptives et interfaces*, 1, 46-64.
- Boff, K. R. (2006). Revolutions and shifting paradigms in human factors and ergonomics. *Applied Ergonomics*, 37(4), 391-399.
- Bourbousson, J. (2010). *La coordination interpersonnelle en basketball : ergonomie cognitive des situations sportives* (Thèse de doctorat non publiée). Université de Nantes, Nantes.
- Bourbousson, J., Poizat, G., Saury, J., & Sève, C. (2010). Team coordination in basketball : description of the cognitive connections among teammates. *Journal of Applied Sport Psychology*, 22, 150-166.
- Bourbousson, J., Poizat, G., Saury, J., & Sève, C. (2011). Description of the dynamic shared knowledge : an exploratory study during competitive sports interaction. *Ergonomics*, 54, 120-138.
- Bourdieu, P. (1979). Les trois états du capital culturel. *Actes de la recherche en sciences sociales*, 30(1), 3-6.
- Brassac, C. (2006). Avant-Propos : Enaction, externalisme et internalisme, les modalités d'un débat. *Intellectica*, 43, 7-9.
- Cahour, B., Brassac, C., Vermersch, P., Bouraouis, J.-L., Pachoud, B., & Salembier, P. (2007). Étude de l'expérience du sujet pour l'évaluation de nouvelles technologies :

- l'exemple d'une communication médiée. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 1(1), 85-120.
- Cahour B., Nguyen C., Forzy J., & Licoppe C. (2012, Août). Using an electric car : a situated, instrumented and emotional activity, *Proceedings of ECCE 2012*, Edimburgh.
- Cahour, B., & Salembier, P. (2012). *The user phenomenological experience : Evoking the lived activity with "re-situating" interviews*. Paper presented at the workshop on theories behind UX research and how they are used in practice, Austin.
- Cahour, B, Salembier, P, & Zouinar, M (sous presse). Analyser l'expérience vécue de l'activité. *Le Travail Humain*.
- Calvet, J. (1981). *Mythe des géants de la route*. Grenoble : Presses universitaires de Grenoble.
- Carroll, J., Howard, S., Peck, J., & Murphy, J. (2002a). Just what do the youth of today want? Technology appropriation by young people. *Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on*, 1777-1785.
- Carroll, J. M., Howard, S., Peck, J., & Murphy, J. (2002b). A field study of perceptions and use of mobile telephones by 16 to 22 year olds. *Journal of Information Technology Theory and Application*, 4(2),49-60.
- Carroll, J., Howard, S., Peck, J., & Murphy, J. (2003). From adoption to use : the process of appropriating a mobile phone. *Australasian Journal of Information Systems*, 10(2), 38-48.
- Chemero, A. (2009). *Radical Embodied Cognitive Science*. Cambridge : MIT Press.
- Chevrier, S., Moreau, C., 2002. Les Jeunes et le cyclomoteur. *AGORA débats/jeunesse*, 27, 86-103.
- Clark, A. (1997). *Being there : Putting brain, body and world together again*. Cambridge : MIT Press.
- Clifton, P., Burton, M., Subic, A., Perret-Ellena, T., Bedford, A., & Schembri, A. (2011). Identification of performance requirements for user-centered design of running shoes. *Procedia Engineering*, 13, 100-106.
- Clot, Y. (1995). La compétence en cours d'activité. *Éducation Permanente*, 123, (2), p. 115-123.
- Clot, Y. (1999). *La fonction psychologique du travail*. Paris : PUF.
- Corneloup, J. (2003). Sociologie de l'action et processus d'ancrage à la pratique de l'alpinisme chez les aventuriers de la montagne, *Loisir et société*, 27(1), 251-284.

- Corneloup, J., Bourdeau, P., & Mao, P. (2004). Le marquage culturel des territoires touristiques de nature. *Revue de géographie alpine*, 92(4), 11-20.
- Coutaz, J. (1990). Architecture models for interactive software : Failures and trends, in G. Cockton (Ed.), *Engineering for human-computer interaction* (pp. 473-490). Elsevier.
- Crance, M. C. (2013). *Construction d'une œuvre collective et apprentissage en éducation physique. Dynamique de la pratique collective d'une classe de collégiens engagés dans un projet de construction d'un spectacle de danse à l'échelle d'une année scolaire* (Thèse de doctorat non publiée). Université de Nantes, Nantes.
- Custer, D. (2006). An estimation of the load rate imparted to a climbing anchor during fall arrest. *The Engineering of Sport*, 6, 45-50.
- Damasio, A. (1994). *Descartes' Error : Emotion, Reason, and the Human Brain*. New York : Grosset.
- Daniellou F. (1992). *Le statut de la pratique et des connaissances dans l'intervention ergonomique de conception* (Thèse d'habilitation à diriger des recherches). Bordeaux : Éditions du LESC.
- Daniellou, F. (Ed.). (1996). *L'ergonomie en quête de ses principes. Débats épistémologiques*. Toulouse : Octarès.
- Daniellou, F. (2004) L'ergonomie dans la conduite de projets de conception de systèmes de travail. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie*. Paris : PUF.
- Daniellou, F. (2005). The French-speaking ergonomists' approach to work activity : cross-influences of field intervention and conceptual models. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 6 (5), 409-427.
- Daniellou, F. (2007). Des fonctions de la simulation des situations de travail en ergonomie. *Activités Revue Électronique*, 4(2).
- Darses, F., & Falzon, P. (1996). La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive. In G. de Terssac, & E. Friedberg (Eds). *Coopération et Conception*. Octarès : Toulouse.
- Darses, F., & Reuzeau, F. (2004). Participation des utilisateurs à la conception des systèmes et dispositifs de travail. In P. Falzon (Ed.). *Ergonomie*. Paris : PUF.
- Davis, F., Brynjolfsson, E., & Kemerer, C. F. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13, 319-340.
- Deforge, Y. (1985). *Technologie et génétique de l'objet industriel*. Maloine.

- Dienot, J., Theiller, D. (1999). *Les nouveaux loisirs sportifs en montagne, les aventuriers du quotidien*, Pau : Maison des Sciences de l'Homme d'Aquitaine.
- Dieumegard, G. (2009). Connaissances et cours d'expérience vers une grammaire minimale de description dans les situations d'éducation et de formation. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 32(2), 295-315.
- Doré, R., Pailhes, J., Fischer, X., & Nadeau, J.-P. (2007). Identification of sensory variables towards the integration of user requirements into preliminary design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37, 1-11.
- Dourish, P. (2001). *Where the Action Is : The Foundations of Embodied Interaction*. Cambridge : MIT Press.
- Duez, J.-B. (2009). Les instruments de l'alpiniste. *Techniques & Culture*, 52(2), 330-351.
- Durand, M. (2008). Un programme de recherche technologique en formation des adultes. Une approche enactive de l'activité humaine et l'accompagnement de son apprentissage/développement. *Education et didactique*, 2(3), 97-121.
- Durand, M., Ria, L., & Flavier, E. (2002). La culture en action des enseignants. *Revue des sciences de l'éducation*, 28(1), 83-103.
- Eason, K. (1987). *Information technology and organizational change*. London : Taylor and Francis.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1984/1993). *Protocol analysis : verbal reports as data*. Cambridge : MIT Press.
- Falzon, P. (1989). *Ergonomie cognitive du dialogue*. Grenoble : Presses universitaires de Grenoble.
- Falzon, P. (2005, Septembre). *Ergonomie, conception et développement*. Paper presented at the Conférence introductive, 40ème Congrès de la SELF, Saint-Denis.
- Falzon, P., Bisseret, A., Bonnardel, N., Darses, F., Détienne, F., & Visser, W. (1990). *Les activités de conception : L'approche de l'ergonomie cognitive*. Conference proceeding at the Journée de recherches sur le design, Compiègne.
- Faure, S. (2000). *Apprendre par corps : socio-anthropologie des techniques de danse*. Paris : La Dispute.
- Faure, S. (2003). Apprendre par corps : les modalités d'incorporation des gestes de danse. *Arts, sciences et technologies*, 249-264.

- Filippi, G., & Theureau, J. (1993). L'activité de gestion des incidents et l'utilisation du dispositif technique. Régulation du trafic et information des voyageurs au PCC de la ligne A du RER, *Réseaux*, 80, 9-120.
- Folcher, V. (2003). Appropriating artifacts as instruments : When design-fir-use meets design-in- use. Interacting with Computers. *The Interdisciplinary Journal of Human Computer Interaction*, 15(5), 648-663.
- Gal-Petitfaux, N., Adé, D., Poizat, G., & Seifert, L. (2013). L'intégration de données biomécaniques et d'expérience pour comprendre l'activité de nageurs élités et concevoir un dispositif d'évaluation. *Le travail humain*, 76(3), 257-282.
- Gambardella, A., & Panico, C. (2014). On the management of open innovation. *Research Policy*, 43(5), 903-913.
- Garrett, J. J. (2010). *Elements of User Experience, The : User-Centered Design for the Web and Beyond*. London : Pearson Education.
- Geslin, P. (2002). Les formes sociales d'appropriations des objets techniques, ou le paradigme anthropotechnologique. *ethnographiques.org*, 1(avril).
- Giard, L. (1994). Introduction. L'impossible désir du rationnel. In I. Lakatos (Ed.), *Histoire et méthodologie des sciences* (pp.5-43). Paris : PUF.
- Gibson, J. (1977). *The theory of affordances*. USA : Hilldale.
- Gibson, J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. London : Lawrence Erlbaum Associates.
- Gille, B. (1978). Histoire des techniques. *École pratique des hautes études. 4e section, Sciences historiques et philologiques*, 110(1), 795-833.
- Goudeaux, A., Stroumza, K., & Durand, M. (2008). Communauté de pratique et configuration d'activité : la légitimation de la pratique chez les accessoiristes du Grand Théâtre de Genève. *Pratiques de formation - Analyses*, 54, 67-78.
- Guchet, X. (2008). Evolution technique et objectivité technique chez Leroi-Gourhan et Simondon. *Appareil*, (2).
- Guchet, X. (2014). *Les Sens de l'évolution technique*. Paris : Flammarion.
- Guérin, F., Laville, A., Daniellou, F., Durrafourg, J., & Kerguelen, A. (1997). *Comprendre le travail pour le transformer, La pratique de l'ergonomie (2ème édition)*. Lyon-Montrouge : ANACT.

- Haradji, Y., & Faveaux, L. (2006). Évolution de notre pratique de conception (1985-2005) : modéliser pour mieux coopérer à partir des critères d'utilité, d'utilisabilité. *Activités*, 3, 67-98.
- Hassenzahl, M. (2004). The interplay of beauty, goodness, and usability in interactive products. *Human-Computer Interaction*, 19(4), 319-349.
- Hassenzahl, M., Eckoldt, K., Diefenbach, S., Laschke, M., Lenz, E., & Kim, J. (2013). Designing moments of meaning and pleasure. Experience design and happiness. *International Journal of Design*, 7(3), 21-31.
- Hassenzahl, M., Law, E. L. C., & Hvannberg, E. T. (2006). User experience-towards a unified view. *UX WS NordiCHI*, 6, 1-3.
- Hassenzahl, M., Tractinsky, N. (2006). User Experience : A research agenda. *Behavior & Information Technology*, 25(2), 91-97.
- Haué, J. B. (2003). Conception d'interfaces grand public en termes de situations d'utilisation : le cas du multi-accès (Thèse de doctorat non publiée). Université de technologie de Compiègne, Compiègne.
- Hauw, D. (2009). 'Reflective practice in the heart of training and competition : the course of experience analysis for enhancing elite acrobatics athletes' performances'. *Reflective Practice*, 10 : 3, 341-352.
- Hauw, D. (2013). How unethical actions can be learned : the analysis of the sporting life courses of doping athletes. *International Journal of Lifelong Education*, 32(1), 14-25.
- Hauw, D., Berthelot, C., & Durand, M. (2003). Enhancing performance in elite athlete through situated-cognition analysis : Trampolinists course of action during competition. *International Journal of Sport Psychology*, 34(4), 299-321.
- Hauw, D., & Durand, M. (2005). How do elite athletes interact with the environment in competition ? A situated analysis of trampolinists activity. *European Review of Applied Psychology*, 55, 207-215.
- Havelange, V. (2005). De l'outil à la médiation constitutive : pour une réévaluation phénoménologique, biologique et anthropologique de la technique. In O. Gapenne, & P. Gaussier (Eds.), *Suppléances perceptives et interfaces*, Arob@se, 1, 8-45.
- Havelange, V., Lenay, C., & Stewart, J. (2003). Les représentations : mémoire externe et objets techniques. *Intellectica*, 35, 115-131.

- Hembrooke, H., & Gay, G. (2003). The laptop and the lecture : The effects of multitasking in learning environments. *Journal of Computing in Higher Education*, 15(1), 46-64.
- Hoc, J.-M. (Fevrier, 1998). *L'ergonomie cognitive : un compromis nécessaire entre des approches centrées sur la machine et des approches centrées sur l'homme*. Paper presented at the colloque « Recherche et Ergonomie », Toulouse.
- Hoibian, O. (2004). *Annen Devies : La montagne pour vocation*. Paris : L'Harmattan.
- Hoozemans, M. J., & van Dieën, J. H. (2005). Prediction of handgrip forces using surface EMG of forearm muscles. *Journal of electromyography and kinesiology*, 15(4), 358-366.
- Huffenus, A. F., & Forestier, N. (2006). Effects of fatigue of elbow extensor muscles voluntarily induced and induced by electromyostimulation on multi-joint movement organization. *Neuroscience letters*, 403(1), 109-113.
- Husserl, E. (1964). *Leçons pour une phénoménologie de la conscience intime du temps*. Paris : PUF.
- Hutchins, E., 1995. *Cognition in the Wild*. Cambridge : MIT Press.
- James. W. (Eds) (1912/2005). *Essai d'empirisme radical*. Marseille : Agone.
- Jenkins, M.(2003). *Materials in sports equipment*. Cambridge : Woodhead Publishing Ltd.
- Jourdan, M. (1990). *Développement technique dans l'exploitation agricole et compétence de l'agriculteur* (Thèse de Doctorat non publiée). CNAM, Paris.
- Julien, M-P., Rosselin, C. (2005). *La culture matérielle*. Paris : La Découverte.
- Julien, M. P., Rosselin, C., & Warnier, J. P. (2009). Pour une anthropologie du matériel. in : M.-P. Julien, & C. Rosselin (Eds.), *Le sujet contre les objets... tout contre : Ethnographies de cultures matérielles* (pp.85-109). Paris : CTHS.
- Keyser (de), V. (1991). Work analysis in French language ergonomics : Origins and current research trends. *Ergonomics*, 34, 653-669.
- Kuutti, K. (2010). Where are the Ionians of user experience research ? *Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction : Extending Boundaries*, October, New-York.
- Labouze, R. (1988). Sport et nouvelles technologies. *La Recherche*, (202), 1128-1137.
- Lachaux, J. P., & Le Van Quyen, M. (Juin, 2004). *The brain web : large-scale integration in the neural system*. Paper presented at the Conférence en hommage à Francisco Varela : De l'autopoïèse à la neurophénoménologie, Paris.

- Lakatos, I. (1970). Falsification and the methodology of scientific research programmes. *Criticism and the Growth of Knowledge*, 4, 91-196.
- Lakatos, I. (1978). *The methodology of scientific research programmes, vol. 1. Philosophical Papers*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Lakatos, I. (1994). *Histoire et méthodologie des sciences*. Paris : PUF.
- Langlet-Scopsi, C. (2004). *Représentations des TIC en milieu migrant : le cas des « boutiques de communication » de Château-Rouge* (Thèse de Doctorat non publiée). Université Paris 10, Paris.
- Latour, B. (1991). *Nous n'avons jamais été modernes*. Paris : La découverte.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice : mind, mathematics and culture in everyday life*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Law, E., Roto, V., Hassenzahl, M., Vermeeren, A., & Kort, J. (2009). Understanding, scoping and defining user experience : A Survey Approach. *Proceedings of CHI'09, ACM SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*. April, Boston.
- Leblanc, S. (2012). *Conception d'environnements vidéo numériques de formation. Développement d'un programme de recherche technologique centré sur l'activité dans le domaine de l'éducation*. (Thèse d'Habilitation à Diriger des Recherches non publiée). Université Paul Valéry Montpellier 3, Montpellier.
- Leblanc, S., & Ria, L. (2010). Observatoire de l'évolution de la professionnalité enseignante et dispositifs de formation de simulation vidéo. In G. Baillat, D. Niclot, & D. Ulma (Eds.), *La formation des enseignants en Europe : approche comparative* (pp. 205-213). De Boeck.
- Leblanc, S., Ria, L., Dieumegard, G., Serres, G., & Durand, M. (2008). Concevoir des dispositifs de formation professionnelle des enseignants à partir de l'analyse de l'activité dans une approche enactive. *Activités*, 5(1), 58-78.
- Leblanc, S., Ria, L., & Veyrunes, P. (2011). Vidéo et analyse in situ des situations d'enseignement et de formation dans le programme du cours d'action. In L., Veillard, & A., Tiberghien (Eds.), *Instrumentation de la recherche en Education. Le cas du développement d'une base de vidéos de situation d'enseignement et d'apprentissage ViSA* (pp.63-94). Maison des Sciences de l'Homme.
- Le Breton, D. (2000). *Eloge de la marche*. Paris : Métailié.
- Le Coadic, Y. (1997). *Usages et usagers de l'information*. Paris : 128.

- Legrand, D. (2007a). Pre-reflective self-consciousness : on being bodily in the world. *Janus Head*, 9, 493-519.
- Legrand, D. (2007b). Pre-reflective self-as-subject from experiential and empirical perspectives. *Consciousness and Cognition*, 16, 583-599.
- Lenay, C. (2002). Ignorance et suppléance : la question de l'espace (Thèse pour l'Habilitation à diriger des recherches non publiée). Université de Technologie de Compiègne, Compiègne.
- Lenay, C. (2006). Énaction, externalisme et suppléance perceptive. *Intellectica*, 43, 27- 52.
- Lenay, C., Gapenne, O., Hanneton, S., Marque, C., & Genouëlle, C. (2000). La substitution sensorielle : limites et perspectives. In Y. Hatwell (Ed.), *Toucher pour connaître. Psychologie cognitive de la perception tactile manuelle* (pp. 287-306). Paris : PUF.
- Lenay, C., Salembier, P., Lamard, P., Lequin, Y. C., & Sauvee, L. (2014). Pour une recherche technologique en sciences humaines et sociales. *Proceeding at the SHS Web of Conferences*, 13,EDP Sciences.
- Leplat, J. (1990). Évolution technologique et rôle de l'ergonomie. Rapport de synthèse. *Le travail Humain*, 4, 356-361.
- Leplat, J. (1997). *Regards sur l'activité en situation de travail. Contribution à la psychologie ergonomique*. Paris : PUF.
- Leplat, J. (1998). L'étude des activités en ergonomie et dans les STAPS : recherches et pratiques. In G. Klein (Ed.), *Quelles sciences pour le sport ? Eléments d'analyse de la construction d'une discipline à l'université* (pp. 43-53). Toulouse : AFRAPS-LARAPS.
- Leplat, J., & Hoc, J. M. (1983). Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations. *Cahiers de psychologie cognitive*, 3(1), 49-63.
- Leroi-Gourhan, A. (1964). *Le geste et la parole, tome 1. Technique et langage*. Paris : Albin Michel.
- Leroi-Gourhan, A. (1965). *Le geste et la parole. Tome 2, La mémoire et les rythme*. Paris : Albin Michel.
- Léséleuc (de), E. (2002). Territorialisation de l'escalade et appropriation de l'espace : des enjeux sociopolitiques. In O. Hoibian O., & J. Defrance (Eds.), *Deux siècles d'alpinismes européens*, (pp. 259-273). Paris : L'Harmattan.
- Léséleuc (de), E. (2004). *Les voleurs de falaise : un territoire d'escalade entre espace public et espace privé*. Talence : Maison des sciences de l'homme d'Aquitaine.

- Light, R. (2006). Situated learning in an Australian surf club. *Sport, Education, and Society*, 11(2), 155-172.
- Liljegren, E., & Osvalder, A.-L. (2004). Cognitive engineering methods as usability evaluation tools for medical equipment, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 34(1), 49-62.
- Lundgren, L., Bligård, L.-O., Brorsson, S., & Osvalder, A.-L. (2011). Implementation of usability analysis to detect problems in the management of kitesurfing equipment. *Procedia Engineering*, 13, 525-530.
- Lundgren, L., Brorsson, S., & Osvalder, A.-L. (2012). Comfort aspects important for the performance and safety of kitesurfing. *A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 41, 1221-1225.
- Luyat, M., & Regia-Corte, T. (2009). Les affordances : de James Jerome Gibson aux formalisations récentes du concept. *Année psychologique*, 109(2), 297-332.
- Mahlke, S. (2008). *User experience of interaction with technical systems* (Unpublished Doctoral dissertation). University of Technology of Berlin, Berlin.
- Malinowski, B. (1989). *Les argonautes du Pacifique occidental*. Paris : Gallimard.
- Marimoutou, R. (2012). *Analyse cinématique du mouvement du membre supérieur lors de la frappe experte de piolet en cascade de glace* (Mémoire de Master non publié). Université Claude Bernard Lyon 1, Lyon.
- Maturana, H., & Varela, F. (1994). *L'arbre de la connaissance, racines biologique de la compréhension humaine*. Paris : Addison-Wesley.
- Mauss, M. (1936). Les techniques du corps. *Journal de psychologie*, 32(3-4), 365-86.
- Mauss, M. (1950). Les techniques du corps. In M. Mauss (Ed.), *Sociologie et Anthropologie*. (pp. 365-386). Paris : PUF.
- McCarthy, J., Wright, P., & Cooke, M. (2004). From information processing to dialogical meaning making : An experiential approach to cognitive ergonomics. *Cognition and Technology at Work*, 6, 107-116.
- Merleau-Ponty, M. (1945/1976). *Phénoménologie de la perception*. Paris : Galimard.
- Millerand, F. (2002). La dimension cognitive de l'appropriation des artefacts communicationnels. In F. Jauréguiberry, & S. Proulx (Eds.), *Internet : nouvel espace citoyen* (pp. 181-203). Paris : L'Harmattan.

- Millerand, F., Giroux, L., & Proulx, S. (2001). La «culture technique» dans l'appropriation cognitive des TIC. Une étude des usages du courrier électronique. *Proceeding of colloque international ICUST 2001*, 400-410.
- Montigny, S. (2012). Etude sur l'influence de la fatigue dans la frappe du grimpeur sur glace (Mémoire de Master non publié). Université de Savoie, Chambéry.
- Montmollin (de), M. (1996). *L'ergonomie*. Paris : La Découverte.
- Moricot, C. (1997). *Des avions et des hommes. Socio-anthropologie des pilotes de ligne face à l'automatisation des avions*. Lille : Septentrion.
- Moricot, C. (2000). L'engagement du corps : un enjeu dans le pilotage en ligne d'un avion à cockpit de verre (glass-cockpit). *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, (2)1.
- Moricot, C. (2007). Le pilotage des avions automatisés. *Communications*, 81(1), 201-213.
- Moricot, C., Dubey, G., & Gras, A. (2002). *La formation des pilotes et les évolutions technologiques*. Paris : Broché.
- Morineau, T. (2001). Éléments pour une modélisation du concept d'affordance. *Proceeding of Colloque EPIQUE*, 83-95.
- Mouillie, J-M. (2000). *Sartre et la phénoménologie*. Paris : ENS Éditions.
- Moulin, C. (2009, Novembre). *Evolution de l'alpinisme et matériels*. Paper presented at the FFCAM conference of innovations scientifiques et évolution des pratiques de montagne, Grenoble.
- Mullane, S. L., Chakravorti, N., Conway, P. P., & West, A. A. (2011). Design and implementation of a user-centric swimming performance monitoring tool. *Journal of Sports Engineering and Technology*, 225(4), 213-229.
- Nguyen, C., & Cahour, B. (2014). Véhicule électrique et gestion de son autonomie : une approche prospective ancrée dans l'expérience vécue. *Le Travail Humain*, 77(1), 63-89.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Boston : Academic Press.
- Norman, D. (1988). *The design of everyday things*. New York : Doubleday.
- Norman, D. (1999). Affordances, conventions and design. *Interactions*, (6)3, 38-43.
- Norman, D. (2004). *Emotional Design*. New York : Basic Books.
- Norman, D., & Draper, S. W. (1986). *User centered system design*. New-York : Hillsdale.

- Obin, O. (2013). *Territoires en construction : de la géographie sociale à l'acteur-réseau : une lecture des dynamiques sportives de nature dans les Grands Causses* (Thèse de Doctorat non publiée). Université de Grenoble, Grenoble.
- Palanque, P., Long, J. B., Tarby, J. C., Barthet, M. F., & Lim, K. Y. (1994). Conception d'applications ergonomiques : une méthode pour informaticiens et une méthode pour ergonomes. *Proceedings of the Ergonomie et Informatique Avancée (ERGO-IA'94), Biarritz*, 28-10.
- Paquette, G., Léonard, M., Lundgren-Cayrol, K., Mihaila, S., & Gareau, D. (2006). Learning design based on graphical knowledge-modeling. *Journal of Educational technology and Society*, 97-112.
- Parsons, M., & Rose, M.B. (2003). *Invisible on everest : Innovation and the gear makers*. Philadelphia : Northern Liberties Press.
- Piaget, J. (1974). *La prise de conscience*. Paris : PUF.
- Peirce, C. S. (1978). *Écrits sur le signe*. Paris : Editions du Seuil.
- Pinsky, L., & Theureau, J. (1992). *Concevoir pour l'action et la communication : essais d'ergonomie cognitive*. Berne : Peter Lang.
- Pirhonen, A., Brewster, S. A., & Holguin, C. (2002). Gestural and audio metaphors as a means of control for mobile devices. *Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems, USA*, 291-298.
- Pociello, C. (1981). *Sports et société : approche socio-culturelle des pratiques*. Saint-Etienne : Presse Universitaire de Saint-Etienne.
- Poizat, G. (2006), *Analyse en ergonomie cognitive de l'activité collective en tennis de table. Contribution à la connaissance des interactions humaines* (Thèse de Doctorat non publiée). Université de Rouen, Rouen.
- Poizat, G., Adé, D., Seifert, L., Toussaint, H., & Gal-Petitfaux, N. (2010). Evaluation of the measuring active drag system usability : An important step for its integration into training sessions. *International Journal of Performance Analysis of Sport*, 10, 170-186.
- Poizat, G., Bourbousson, J., Saury, J., & Sève, C. (2009). Analysis of contextual information sharing during table tennis matches : an empirical study of coordination in sports. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 7, 465-487.
- Poizat, G., Fréjus, M., & Haradji, Y. (2009). *Analysis of activity in domestic settings for the design ubiquitous technologies*. Paper presented at the European Conference on

- Cognitive Ergonomics : Designing beyond the Product, Understanding Activity and User Experience in Ubiquitous Environments, Helsinki.
- Poizat, G., Haradji, Y., & Adé, D. (2013). When design of everyday things meets lifelong learning. *International Journal of Lifelong Education*, 32, 68-79.
- Poizat, G., Haradji, Y., & Seifert, L. (2011). Concevoir du matériel sportif à partir d'une approche centrée sur l'activité : une alternative en ergonomie du sport. *Staps*, (4), 71-83.
- Poizat, G., Pouponneau, C., Seifert, L., & Haradji, Y. (2011, October). Analyser l'activité de glaciéristes pour concevoir des piolets en termes d'appropriation. In C. Sève, & G. Poizat (Chairs), *Analyse de l'activité et conception en sport*. Symposium conducted at the 14th International meeting of A.C.A.P.S., Rennes.
- Poizat, G., Séve, C., & Saury, J. (2013). Qualitative aspects in performance analysis. In T. McGarry (Ed.), *Routledge Handbook of Sports Performance Analysis* (pp. 309–320). London : Routledge.
- Popper, K. R. (1978). *La connaissance objective*. Complexe.
- Pouponneau, C., Poizat, G., Gal-Petitfaux, N., Adé, D. (2011, October). *Analyse de l'activité de glaciéristes débutants utilisant différents piolets : une étude de cas exploratoire*. Paper presented at the 14th International meeting of A.C.A.P.S., Rennes.
- Preece, J. R., & Rogers, Y. (2007). *Interaction Design : Beyond Human-Computer Interaction*. Crawfordsville : John Wiley and Sons.
- Proulx, S. (2002). Trajectoires d'usages des technologies de communication : les formes d'appropriation d'une culture numérique comme enjeu d'une «société du savoir». *Proceedings of the Annales des télécommunications*, France, (57)3-4, 180-189.
- Proulx, S. (2005). Penser les usages des technologies de l'information et de la communication aujourd'hui : enjeux–modèles–tendances. In L. Vieira, & N. Pinède (Eds.), *Enjeux et usages des TIC : aspects sociaux et culturels*, 1, 7-20.
- Pylyshyn, Z. W. (1980). Computation and cognition : Issues in the foundations of cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 3(01), 111-132.
- Quéré, L. (1997). La situation toujours négligée ? *Réseaux*, 85, 163-192.
- Quidu, M., & Favier-Ambrosini, B. (2014). L'articulation des données en première et troisième personnes. *Intellectica*, 2(62), 7-34.
- Rabardel, P. (1995). *Des hommes et des techniques : une approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.

- Ria, L. (2009). De l'analyse de l'activité des enseignants débutants en milieu difficile à la conception de dispositifs de formation. In M. Durand, & L. Filliettaz (Eds.), *La place du travail dans la formation des adultes* (pp.217-243). Paris : PUF.
- Richardson, M. J., Shockley, K., Fajen, B. R., Riley, M. A., & Turvey, M. T. (2008). Ecological psychology : Six principles for an embodied–embedded approach to behavior. In P. Calvo, & T. Gomila, (Eds.), *Handbook of cognitive science : An embodied approach* (pp. 161-187). San Diego : Elseiver.
- Roberts, J. R., Jones, R., & Rothberg, S. J. (2001). Measurement of contact time in short duration sports ball impacts : an experimental method and correlation with the perceptions of elite golfers. *Sports Engineering*, 4(4), 191-203.
- Roberts, J. R., Jones, R., Rothberg, S. J., Mansfield, N. J., & Meyer, C. (2006). Influence of sound and vibration from sports impacts on players' perceptions of equipment quality. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L : Journal of Materials Design and Applications*, 220(4), 215-227.
- Robert, T., Rouard, A., & Seifert, L. (2013). Biomechanical analysis of the strike motion in ice-climbing activity. *Proceeding of the Computer methods in biomechanics and biomedical engineering*, 16(sup1), 90-92.
- Rock, I. (1997). *Indirect perception*. Cambridge : MIT Press.
- Rogers, Y. (2004). New Theoretical Approaches for Human Computer Interface, *Annual Review of Information Science and Technology*, 38, 87-143.
- Rotillon, G. (2002). Alpinisme et escalade : rupture ou continuité ?. In O., Hoibian, & J. Defrance (Eds.), *Deux siècles d'alpinismes européens* (pp.293-310). Paris : L'Harmattan.
- Roustan, M. (2005). *Sous l'emprise des objets ? Une anthropologie par la culture matérielle des drogues et dépendances* (Thèse de doctorat non publiée). Université Paris V, Paris.
- Saad, F., & Theureau, J. (2002). *Caractérisation de la diversité et de la variabilité des interactions conducteurs/véhicules/situations routières* (Rapport d'orientation pour la conception de systèmes d'assistance adaptatifs). Retrieved from Entreprise Renault.
- Salembier, P. (1992). Étude empirique et modélisation d'une activité de diagnostic cognitif. *Intellectica*, 15, 55-96.
- Salembier, P. (2008). Appropriation des systèmes d'assistance aux activités dynamiques : concepts d'analyse et méthodes de recueil de données : Etat de l'art et revue

- bibliographique. Retrieves from convention LAB PSA/Renault-UTT, Université de Technologie de Troyes.
- Salembier, P. (2013, Juillet). Quelles sources d'inspiration théoriques et quelles méthodes empiriques pour l'analyse de l'expérience vécue en psychologie ergonomique ?. In C. Van de Leemput, C. Chauvin, & C. Hellemans (Eds.), *Activités humaines, Technologies et Bien-être*. Paris : Arpege Science Publishing.
- Sartre, J. P. (1943). *L'être et le néant. Essai d'ontologie phénoménologique*. Paris : Gallimard.
- Sartre, J. P. (1960). *Critique de la raison dialectique*. Paris : Gallimard.
- Saury, J. (2008). *La coopération dans les situations d'intervention, de performance et d'apprentissage en contexte sportif*. (Thèse non publiée pour l'Habilitation à Diriger les Recherches). Université de Nantes, Nantes.
- Saury, J., Nordez, A., & Sève, C. (2010). Coordination interindividuelle et performance en aviron : apports d'une analyse conjointe du cours d'expérience des rameurs et de paramètres mécaniques. *Activités*, (7).
- Savioja, P., Liinasuo, M., & Koskinen, H. (2014). User experience : does it matter in complex systems? *Cognition, Technology & Work*, 16(4), 429-449.
- Schaeffer, J.M. (1999). *Pourquoi la fiction ?*. Paris : Seuil.
- Schreier, M., Oberhauser, S., & Prügl, R. (2007). Lead users and the adoption and diffusion of new products : Insights from two extreme sports communities. *Marketing Letters*, 18(1-2), 15-30.
- Schubert, P. (2000). About ageing of climbing ropes. *Proceedings of International Mountaineering and Climbing Federation*, 3, 12-13.
- Schubert, P. (2003). Our ropes are much stronger than we believe. *World Mountain Climb*, 1.
- Seifert L. (2010). *Coordination motrice et expertise : Pour une approche complexe du contrôle moteur dans les activités physiques et sportives* (Thèse non publiée pour l'Habilitation à Diriger les Recherches). Université de Rouen, Rouen.
- Seifert, L., Wattebled, L., Herault, R., Poizat, G., Adé, D., Gal-Petitfaux, N., & Davids, K. (2014). Neurobiological degeneracy and affordance perception support functional intra-individual variability of inter-limb coordination during ice climbing. *PloS one*, 9(2).

- Serres, G. (2006). *Analyse de la construction de l'expérience professionnelle au gré des diverses situations de formation initiale des enseignants du second degré* (Thèse de Doctorat non publiée). Université Blaise Pascal, Clermont Ferrand.
- Sertori, M. (2004). *Cascade. Alpi Centrali. Lombardia e Svizzera*. Chamonix : Blue Ice.
- Sertori, M. (2009). *Alpine Ice*. Milan : Versante Sud.
- Sève, C., Nordez, A., Poizat, G., & Saury, J. (2013). Performance analysis in sport : Contributions from a joint analysis of athletes' experience and biomechanical indicators. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 23(5), 576-584.
- Sève, C. & Poizat, G. (2005). Table tennis scoring systems and expert players' exploration activity. *International Journal Sport Psychologie*, (36), 320-336.
- Sève, C., Poizat, G., Saury, J., & Durand, M. (2006). Un programme de recherche articulant analyse de l'activité en situation et conception d'aides à la performance : un exemple en entraînement sportif de haut niveau. *Activités*, 3 (2), 46-64.
- Sève, C., Ria, L., Poizat, G., Saury, J., & Durand, M. (2007). Performance-induced emotions experienced during high-stakes table tennis matches. *Psychology of Sport and Exercise*, 8, 25-46.
- Sève, C., Saury, J., Leblanc, S., & Durand, M. (2005). Course-of-action theory in table tennis : a qualitative analysis of the knowledge used by three elite players during matches. *European Review of Applied Psychology*, 55(3), 145-155.
- Sève, C., Saury, J., Theureau, J., & Durand, M. (2002). Activity organisation and knowledge construction during competitive interaction in table tennis. *Cognitive Systems Research*, 3, 501-522.
- Sève, C., Theureau, J., Saury, J., & Haradji, Y. (2012). Drôles d'endroits pour une rencontre : STAPS, Ergonomie & Cours d'action. In M., Quidu (Ed.), *Les Sciences du sport en mouvement-Innovations et traditions théoriques en STAPS* (pp. 39-64). Paris : L'Harmattan.
- Sigaut, F. (1991). *Un couteau ne sert pas à couper mais en coupant. Structure, fonctionnement et fonction dans l'analyse des objets*. Paper presented at the Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 25 ans d'études technologiques en préhistoire : Bilan et perspectives, Antibes
- Simondon, G. (1989). *L'individuation psychique et collective*. Paris : Aubier.
- Simondon, G. (1995). *L'individu et sa genèse physico-biologique*. Paris : Millan.

- Simondon, G. (2005). *L'invention dans les techniques : cours et conférences*. Paris : Seuil.
- Simondon, G. (1958/2012). *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris : Aubier.
- Simondon, G. (1966/2014). *Imagination et invention*. Paris : PUF.
- Spierings, A. B., Henkel, O., & Schmid, M. (2007). Water absorption and the effects of moisture on the dynamic properties of synthetic mountaineering ropes. *International Journal of Impact Engineering*, 34(2).
- Steiner, P. (2010). Philosophie, technologie et cognition : état des lieux et perspectives. *Intellectica*, 53/54, 7-40.
- Stiegler, B. (1994). *La Technique et le temps. Tome I : La faute d'Epiméthée*. Paris : Galilée.
- Stiegler, B. (1998). Temps et individuations technique, psychique et collective dans l'œuvre de Simondon. *Intellectica*, 26(27), 241-256.
- Stiegler, B. (2001). *La technique et le temps, Tomes III : Le temps du cinéma et la question du mal être*. Paris : Galilée.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research*. London : Sage.
- Suchman, L. (1987). *Plans and situated actions : the problem of human machine communication*. New York : Cambridge University Press.
- Tesch, R. (1990). *Qualitative research analysis type and software tools*. New York : Falmer Press.
- Theureau, J. (1992). *Le cours d'action : analyse sémiologique : essai d'une anthropologie cognitive située*. Berne : Peter Lang.
- Theureau, J. (2000). Anthropologie cognitive et analyse des compétences. In CNAM (Ed.), *L'analyse de la singularité de l'action* (pp. 171-211). Paris : PUF.
- Theureau, J. (2002, Juin). *Cours d'expérience, cours d'action, cours d'interaction : essai de précision des objets théoriques d'étude de l'activité individuelle-sociale*. Paper presented at the 4^e Journées Act'ing, Objets théoriques, objets de conception, objets d'analyse & situations d'étude privilégiées, Nouan-Le-Fuzelier.
- Theureau, J. (2003). Course of action analysis and course of action centered design. In E. Hollnagel (Ed.), *Handbook of cognitive task design* (pp. 55-81). Mahwah : Lawrence Erlbaum.
- Theureau, J. (2004). *Le cours d'action : Méthode élémentaire*. Toulouse : Octarès.
- Theureau, J. (2006). *Le cours d'action. Méthode développée*. Toulouse : Octarès.
- Theureau, J. (2009). *Le cours d'action : Méthode réfléchie*. Toulouse : Octarès.

- Theureau, J. (2010). La constitution des savoirs dans l'action. *Intellectica*, 1(53), 95-127.
- Theureau, J. (2011, Avril). *Appropriations 1, 2, 3*. Paper presented at the Journée Ergo-Idf, Paris.
- Theureau, J., & Filippi, G. (1994). Cours d'action et conception d'une situation d'aide à la coordination : le cas de la régulation du trafic du RER. *Sociologie du Travail*, 46(4(94)), 547-562.
- Theureau, J., & Filippi, G. (2000). Analysing cooperative work in an urban traffic control room for the design of a coordination support system. In P. Luff, J. Hindmarsh, & C. Heath (Eds.), *Workplace studies : Recovering Work Practice and Informing System Design* (pp. 68-91). Cambridge : Cambridge University Press.
- Theureau, J., & Jeffroy, F. (1994). *Ergonomie des situations informatisées : la conception centrée sur le cours d'action*. Toulouse : Octarès.
- Theureau, J., & Pinsky, L. (1984) Paradoxe de l'ergonomie de conception et logiciel informatique. *Revue des conditions de travail*, 9.
- Thévenot, L. (1990). L'action qui convient. *Les formes de l'action*, 1, 39-69.
- Thévenot, L. (1993). Essai sur les objets usuels. Propriétés, fonctions, usages. *Raisons pratiques*, 4, 85-111.
- Thomas, P., & Robert, D. (2002). Introduction to the new usability. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.* 9 (2), 69-73.
- Thouvarecq, R. (2010). *L'étude de la posture : de la prescription à l'émergence* (Synthèse non publiée pour l'Habilitation à Diriger les Recherches). Université de Rouen, Rouen.
- Thovtrup, H., & Nielsen, J. (1991, April). Assessing the usability of a user interface standard. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 335-341). ACM.
- Tricot, A., Plegat-Soutjis, F., Camps, J. F., Amiel, A., Lutz, G., & Morcillo, A. (2003, April). Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH. In *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain 2003* (pp. 391-402). ATIEF; INRP.
- Varela, F.J. (1979). *Principles of biological autonomy*. New York : Elsevier.
- Varela, F. J. (1989 a). *Connaître*. Paris : Seuil.
- Varela, F. J. (1989 b). *Autonomie et Connaissance. Essai sur le vivant*. Paris : Seuil.
- Varela, F. J. (1996). *Invitation aux sciences cognitives*. Paris : Seuil.

- Varela, F. J., & Bourguine, P. (Eds.), (1992). Toward a practice of autonomous systems. *Proceedings of the First European Conference on Artificial Life*. MIT Press.
- Varela, F. J., & Shear, J. (1999). *The view from within*. Thoverton : Inprint Academic.
- Varela, F., Thompson, E., & Rosch, E. (1993). *L'inscription corporelle de l'esprit. Sciences cognitives et expérience humaine*. Paris : Seuil.
- Venayre S. (2002), L'alpinisme, une aventure ? Remarques sur l'historicité de l'aventure. In O., Hoibian, & J., Defrance (Eds.), *Deux siècles d'alpinismes européens* (pp. 163-175). Paris : L'Harmattan.
- Vermeren, A., Lai-Chong Law, E., Roto, V., Obrist, M., & Väänänen-Vainio-Mattila, K. (2010). User Experience Evaluation Methods : Current State and Development Needs. *Proceedings of NordiCHI 2010*, Reykjavik, 16-20.
- Vermersch, P. (1994). *L'entretien d'explicitation*. Paris : ESF.
- Veyrat, N., Blanco, E., & Trompette, P. (2007). L'objet incorporé et la logique des situations. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 1(1), 59-83.
- Vigarello, G., Prioux, F., & Collot-Laribe, J. (1988). *Une histoire culturelle du sport : techniques d'hier... et d'aujourd'hui*. Paris : Revue EPS.
- Villame, T. (2004). Conception de systèmes d'assistance au conducteur : comment prendre en compte le caractère complexe, dynamique et situé de la conduite automobile. *Activités*, 1(2), 146-169.
- Villame, T., & Theureau, J. (2001, Septembre). *Contribution of a « comprehensive analysis » of human cognitive activity to the advanced driving assistance devices design*. Paper presented at the CSAPC, Munich.
- Vinck, D. (1999). Les objets intermédiaires dans les réseaux de coopération scientifique. Contribution à la prise en compte des objets dans les dynamiques sociales. *Revue Française de Sociologie*, 40, 385-414.
- Vion, M. (1993). *Analyse de l'apprentissage médié « sur le tas » : le cas du travail de guichet à l'hôpital* (Thèse de Doctorat non publiée). Université Paris 13, Paris.
- Visser, W. (1992). Raisonnement analogique et conception créative : études empiriques de trois projets de conception. *Proceedings of 01'Design*, Marrakech, 25-27.
- Vogel, W., & Bocksch, F. (1996). Safety loss of mountaineering ropes by lowering cycles in top rope climbing. *Deutsche Seilerzeitung*, 2, 190-193.

- Volkoff, S. (2005). *L'Ergonomie et les chiffres de la santé au travail : ressources, tensions et pièges*. Toulouse : Octarès.
- Von Cranach, M., & Harré, R. (1982). *The Analysis of action. Recent theoretical and empirical advances*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Von Hippel, E. (1976). The Dominant Role of Users in the Scientific Instrument Innovation Process, *Research Policy*, 5, 212-239.
- Von Hippel, E. (1986). Lead users : a source of novel product concepts. *Management science*, 32(7), 791-805.
- Wacquant, L. (2002). *Corps et âme : carnets ethnographiques d'un apprenti boxeur*. Marseille : Agone.
- Warnier, J. P. (1999). *Construire la culture matérielle : l'homme qui pensait avec ses doigts*. Paris : PUF.
- Weber, J. (2013). Gestion des ressources renouvelables : fondements théoriques d'un programme de recherche. In M., Bouamrane (Ed.), *Rendre possible* (pp. 35-52). Versaille : Quae.
- Winograd, T., & Florès, F. (1986). *Understanding computers and cognition : A new foundation for design*. Norwood : Ablex.
- Wisner, A. (1995). Understanding problem building : ergonomic work analysis. *Ergonomics*, 38(3), 595-605.
- Woods, D. D., & Roth, E. M. (1988). Cognitive engineering : Human problem solving with tools. *Human Factors : The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 30(4), 415-430.
- Worrall, J., & Currie, G. (1978). Imre Lakatos : The methodology of scientific research programmes. *Philosophical papers*, 1.
- Zouinar, M., Salembier, P., & Darcy, S. (2010). Etude exploratoire des usages d'une application mobile, *Proceedings of IHM 2010*. New-York : ACM.

II. Index des Tableaux

Tableau 1. <i>Évolution chronologique parallèle des objets techniques et des nouveaux milieux investis</i>	20
Tableau 2. <i>Prise en compte de l'utilisateur au cours du processus de conception (Preece & Rogers, 2007)</i>	32
Tableau 3. <i>Ordre d'utilisation des piolets choisis par les grimpeurs</i>	78
Tableau 4. <i>Exemple d'une chronique d'activité sur les premières minutes d'une ascension</i>	80
Tableau 5. <i>Extrait du cours d'expérience de Marie</i>	82
Tableau 6. <i>Exemple d'attribution d'une préoccupation typique en fonction des préoccupations observées</i>	83
Tableau 7. <i>Exemple de préoccupation-type</i>	84
Tableau 8 : <i>Exemple de préoccupation-type</i>	85
Tableau 9. <i>Exemple de préoccupation-type</i>	85
Tableau 10. <i>Liste des grimpeurs en fonction du piolet choisi</i>	116
Tableau 11. <i>Expression des significations relatives aux différents piolets lors de la première expérience</i>	122
Tableau 12. <i>Exemple d'une chronique de l'activité sur les premières minutes d'ascension</i>	123
Tableau 13. <i>Dynamique séquentielle du cours de vie relatif à la pratique</i>	127
Tableau 14. <i>Extrait du cours d'expérience de Quentin montrant l'abandon de « l'alignement des bras »</i>	128
Tableau 15. <i>Extrait du cours d'expérience de Quentin montrant l'adaptation de la palette</i>	129
Tableau 16. <i>Extrait du cours d'expérience de Paul montrant l'impossibilité de l'adaptation de la poignée</i>	129
Tableau 17. <i>Évolution du vocabulaire relatif à l'escalade glacière entre le 1^{er} et le 4^{ème} jour</i>	132
Tableau 18. <i>Exemple d'identification des deux types de registre</i>	158
Tableau 19. <i>Exemple d'identification des indices et des préoccupations en fonction des phases de la frappe</i>	161
Tableau 20. <i>Répartition des préoccupations en préoccupations-types</i>	162
Tableau 21. <i>Exemple d'identification d'engagements liés à l'économie d'énergie</i>	162
Tableau 22. <i>Exemple d'identification d'engagements liés à la précision</i>	163
Tableau 23 : <i>Récapitulatif des mouvements, perceptions et préoccupations</i>	177

III. Index des Figures

Figure 1. <i>Alpiniste dans la goulotte Berhault-Stakano en face nord du Ponset (grandes-courses-alpinisme.com)</i>	9
Figure 2. <i>Un des premiers piolets fabriqués par les frères Simond en 1860 (archive en ligne de l'entreprise Simond®)</i>	11
Figure 3. <i>Piolet fabriqué par la famille Grivel en 1860 pour Michel Croz, guide de Whymper (archive en ligne de l'entreprise Grivel)</i>	12
Figure 4. <i>Peinture représentant Jacques Balmat au Mont Blanc en 1786 portant une hache de cristallier à la ceinture et un alpenstock (archive en ligne de l'entreprise Grivel)</i>	12
Figure 5. <i>Comparaison des structures d'un piolet « droit » de 2015 (à gauche) et du 19^{ème} siècle (à droite)</i>	13
Figure 6. <i>Au centre, le poignard à glace utilisé à l'Obergabelhorn et à la Pointe de Zinal pour la première ascension hivernale (forum participatif camptocamp)</i>	14
Figure 7. <i>Processus de concrétisation des piolets pour la glace raide entre 1964 et 1966 (Climbing Ice, 1978)</i>	15
Figure 8. <i>Processus de concrétisation des piolets pour la cascade de glace entre 1971 et 1978 (forum participatif camptocamp)</i>	15
Figure 9. <i>Cecchinél avec le « Condor » main gauche et le « 720 » main droite (Blanc-Gras & Ibarra, 2011)</i>	16
Figure 10. <i>Piolet Chacal à lame courbe (archive en ligne de l'entreprise Simond®)</i>	17
Figure 11. <i>Processus de concrétisation du piolet pour l'ascension de couloir de glace entre 1970 et 1974 (Blanc-Gras & Ibarra, 2011)</i>	17
Figure 12. <i>Démonstration de la technique traction par Cecchinél (Blanc-Gras & Ibarra, 2011)</i>	18
Figure 13a. <i>Omniprésence du matériel de progression et d'assurance</i>	22
Figure 13b. <i>Exemple d'ascension technique de la cascade du bourget</i>	22
Figure 14. <i>Processus de concrétisation du piolet de dry-tooling au travers des piolets de la marque Grivel de 1990 à 2005 (forum participatif supertopo)</i>	24
Figure 15. <i>Arborescence des critères d'utilisabilité (Nielsen, 1993)</i>	31
Figure 16. <i>Représentation graphique des composantes du signe hexadique (Theureau, 2006)</i>	53
Figure 17. <i>Profil de la voie</i>	77
Figure 18. <i>Les trois piolets utilisés pour l'étude</i>	78
Figure 19. <i>Enchaînement des structures en fonction de chaque piolet</i>	89
Figure 20. <i>Représentation schématique du processus d'appropriation anthropologique</i>	98
Figure 21. <i>Jour 2, site de Cervière avec « L'tube » comme cascade principale</i>	108

Figure 22. Discussion à côté du minibus avant le départ.....	131
Figure 23. Démonstration technique lors d'un contest	134
Figure 24. Modèle d'appropriation de la technologie « piolet » (Carroll et al., 2002a).....	139
Figure 25. Trois types de piolet (de droite à gauche : goulotte, cascade, dry-tooling)	152
Figure 26. Position du grimpeur pour frapper sur le bloc de mousse.....	152
Figure 27. Disposition des caméras VICON®	153
Figure 28. Disposition des marqueurs sur les membres droits du grimpeur	154
Figure 29. Disposition des marqueurs sur le piolet	154
Figure 30. Mise en place des électrodes.....	155
Figure 31. Illustration d'une situation d'autoconfrontation	156
Figure 32. Dynamique des ouverts issue de E chez l'ensemble des grimpeurs pour l'ensemble des piolets.....	166
Figure 33. Partie du cours d'information du grimpeur I avec le piolet de cascade	167
Figure 34. Traits typiques des grimpeurs au cours des frappes	168
Figure 35. Angles et couples articulaires lors de la frappe (Robert, Rouard, & Seifert, 2014).....	170
Figure 36. Rotation interne/externe de l'épaule pour une frappe avec le piolet de goulotte (a) et de cascade (b).....	171
Figure 37. Rotation interne/externe de l'épaule pour une frappe avec le piolet de dry-tooling (a) et de cascade (b).....	173
Figure 38. Rotation interne/externe du coude pour une frappe avec le piolet de goulotte (a) et de cascade (b).....	173
Figure 39. Flexion/extension du poignet pour une frappe avec le piolet de dry-tooling (a) et de cascade (b).....	173
Figure 40. Position du centre de gravité sur un piolet peu galbé	192
Figure 41. Position du centre de gravité sur un piolet très galbé	192
Figure 42. Pictogrammes présents sur les notices d'utilisation des piolets traction	195
Figure 43. Prototype de Bruno Sourzac (image personnelle de Bruno Sourzac (Blanc-Gras et Ibarra, 2011)).....	197

IV. Annexes

1. Annexe 1



ZI Crolles
Cidex 105 A
38920 Crolles / France
tél : 33 (0)4 76 92 09 05
fax : 33 (0)4 56 58 19 50
e-mail : info@petzl.fr
site web : www.petzl.com

le mardi 21 décembre 2010

INFORMATION CONCERNANT LE GRIPREST DES VERSIONS 2010 DES PIOLETS NOMIC (réf. U21 2) et ERGO (réf. U22)



Il a été porté à notre connaissance que dans certains cas, le système de réglage du GRIPREST (pièce de réglage destinée à l'appui de la main au bas de la poignée) des piolets NOMIC 2010 (U21 2) et ERGO (U22) peut se dérégler intempestivement. Il arrive que dans certains cas, le GRIPREST ne puisse pas rester fixé sur la position de la taille souhaitée.

Cela concerne les piolets NOMIC et ERGO, dont le numéro de série est compris entre 10208 et 10329 ainsi que tous les appuis GRIPREST accessoires (U21 GR2). **Ne sont en aucun cas concernées par cette information : toutes les nouvelles et anciennes versions des piolets QUARK, toutes les anciennes versions des NOMIC, et toutes les anciennes versions des QUARK ERGO.**

Suite à des discussions avec les utilisateurs et à des essais approfondis en laboratoire, nous avons pu déterminer que lors de chocs répétés ou d'un fort appui, le GRIPREST peut se dérégler intempestivement. Les dents d'ajustement à la base de la poignée du piolet qui sert au réglage de l'appui GRIPREST peuvent être alors endommagées (voir photo). Une fois que ce dommage s'est produit, les utilisateurs peuvent perdre la capacité de fixer l'appui GRIPREST sur la position de la taille désirée (le réglage en position S, M, ou L ne tient pas).

dents de réglage du
GRIPREST sans dommage



dents de réglage du
GRIPREST endommagées



La **sécurité n'est pas remise en question** car ce problème concerne la durabilité du système de réglage de l'appui GRIPREST. Ce dommage est bien évidemment couvert par la garantie Petzl.

Petzl a développé une solution pour renforcer le maintien en position du GRIPREST, qui fixe de manière permanente cette pièce sur la position de la taille de votre choix. Cette réparation sera gérée en priorité par nos équipes pour réduire au maximum l'interruption de votre saison d'escalade. Cette solution supprimant la possibilité d'ajuster l'appui GRIPREST, nous vous proposons le remplacement de vos piolets avec les versions ultérieures des NOMIC ou ERGO dès qu'elles seront disponibles.

PROCÉDURE POUR LA GARANTIE

Tous les détenteurs de piolets NOMIC ou ERGO endommagés (ou en cas de doute), sont invités à contacter leur distributeur Petzl ou à ramener les piolets dans le magasin où ils ont été achetés pour de plus amples informations quant à la procédure de garantie ou pour obtenir une estimation sur la durée de réparation du produit.

Nous tenons à remercier les utilisateurs qui nous ont alertés sur ce sujet.

Nous vous présentons toutes nos excuses pour les désagréments occasionnés.
Paul Petzl (Président), Romain Lécot (Directeur Général) et toute l'équipe Petzl

le mardi 21 décembre 2010

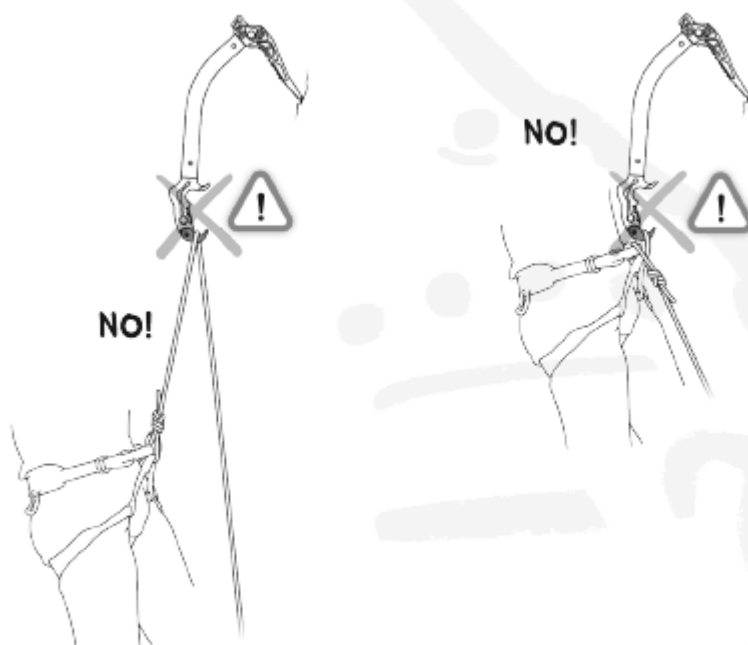
INFORMATION COMPLEMENTAIRE POUR UN BON USAGE DU GRIPREST:

Suite aux analyses faites autour du sujet GRIPREST, nous avons constaté que certaines personnes peuvent avoir mal compris comment utiliser le GRIPREST. Dans certains cas, des grimpeurs font passer leur corde sur l'appui du GRIPREST le temps d'installer leur broche à glace, d'autres s'en servent pour se suspendre par l'anneau d'assurage de leur harnais lorsqu'ils travaillent des voies difficiles en terrains mixtes ou glace. Le GRIPREST n'est pas destiné à être utilisé de cette manière et il peut se dérégler lors de ces types d'usages.

La résistance du GRIPREST est d'environ 150daN (150kg). Lorsque vous passez votre corde sur l'appui du GRIPREST vous pouvez facilement dépasser ce poids en raison de «l'effet poulie».

Par exemple, une personne d'un poids de 70 kg va exercer deux fois cette charge (soit plus de 140 kg) sur le GRIPREST lorsqu'elle est suspendue sur la corde. Si la corde est positionnée sur le GRIPREST c'est donc un effort de 140kg minimum qui sera appliqué. Si on ajoute le poids des vêtements, des chaussures, du matériel d'escalade, et une suspension légèrement dynamisée, les efforts appliqués peuvent dépasser les 150daN (150kg) et la résistance du GRIPREST peut très vite largement être dépassée.

Le GRIPREST est un outil qui est là uniquement pour supporter votre poids en maintenant votre main. Tout autre usage est exclu. Si vous avez besoin d'utiliser le piolet comme un point de repos vous disposez d'un trou juste au dessus du GRIPREST dans lequel vous pouvez faire passer un mousqueton.



Analyse de l'activité de glaciéristes dans une perspective de conception de matériel pour l'escalade et la montagne : contribution à l'élaboration d'un programme de recherche technologique en ergonomie du sport.

Résumé :

Cette thèse propose conjointement d'étudier l'activité de grimpeurs en escalade glacière tout en développant des perspectives pour la conception. Pour cela, elle s'appuie sur un programme de recherche empirique d'anthropologie cognitive énatif et un programme de recherche technologique ergonomique d'évaluation des situations d'appropriation. La première partie de ce travail s'attache à décrire la construction de « l'objet piolet » en faisant le lien entre innovation et pratique tout en déterminant la relation entre pratiquant et objet technique afin de construire les bases d'une « pensée de la technique » nécessaire à la constitution d'un programme de recherche technologique pour la conception. La deuxième partie poursuit une visée a) épistémique en produisant des connaissances sur le rôle de médiation joué par les piolets dans l'activité des glaciéristes, et b) transformative, en développant la situation d'appropriation comme objet de conception. Pour ce faire, nous mettons en avant a) l'utilisabilité des objets techniques (étude 1) puis b) l'appropriabilité de ces derniers (étude 2) pour ensuite c) mettre en œuvre l'objet théorique cours d'in-formation en exploitant des données issues de l'activité soumise et non soumise à la conscience pré-réflexive pour documenter l'appropriation (étude 3). La troisième partie, quant à elle, poursuit une visée transformative et s'attarde à définir des critères pertinents pour développer le programme de recherche et enrichir la conception.

Mots clés : anthropologie cognitive, cours d'action, expérience, appropriation, conception, piolet.

Climbers' activity analysis from the perspective of material design for climbing and the mountain : contribution to the development of a technological research program in sport ergonomics.

Abstract:

The aim of the present thesis is twofold: first, it gives an overview on ice climbers' activity, based on an enactive empirical research program of cognitive anthropology, while developing a technological research program to evaluate appropriation situations and perspectives for design. The first part of this work focuses on the link between innovation and practice while identifying the relationship between the climbers and the technical object in order to build a technological research program focusing on the appropriation of objects. The second part is an epistemic work including two steps: a) to produce knowledge on the mediation role of ice axes for novice climbers and b) to develop design objects for the improvement of the research program. To this end, the usability of artifacts is highlighted (study 1) as well as the appropriability of artifacts (study 2) and then c) the theoretical object course of information is implemented using data from the activity subject and non-subject to pre-reflective consciousness to document the appropriation (study 3). The third section, however, seeks to bring about change and focuses to define the relevant criteria for the research program development and to improve the design.

Keywords: Cognitive anthropology, course of action, experience, appropriation, design, ice axes.